پرسه

به گردش علمی فلسفی برویم؟

مسعود خیام

پرسه

روی جلد پیش‌نهاد مؤلف

«حقیقت» تعبیر ما از «واقعیت» است.

فیپا

+

شناسنامه

به آذر خیام

بسیاری بخش‌های این کتاب سراپا ریاضی است که تا حد امکان با زبان غیر ریاضی نوشته می‌شود. در این کتاب تکه‌هایی از مراجع انگلیسی گردآوری و به زبان ساده ترجمه کرده‌ام، از کتاب‌های فارسی بهره برده‌ام، حاصل کارهای خود را نیز به زبان ساده افزوده‌ام. می‌توان این را «ترجمه و تألیف» یا «گردآوری و برگردان» خواند. اگر قبلا بعضی بخش‌ها را در کتاب‌های خودم یا سایر مراجع خوانده‌اید می‌توانید از آن بخش رد شوید.

فهرست

دلگرمی

گردش ما در سرزمین‌های علم و فلسفه و منطق با گذرگاه‌های دشوار است. تلاش می‌کنم تا به ساده‌ترین شیوه‌ای که می‌توانم بنویسم. هر جا را متوجه نشدید رد شوید. لازم نیست حتما قبلی‌ها را بدانید تا بعدی‌ها را دریابید، در مقابل احتمال می‌دهم با یک بار تورق چشمان‌تان لااقل یک درجه بازتر شود.

بادکنک

یک بادکنک در نظر بگیریم. داخل این بادکنک دانایی و بیرون آن نادانی است. این بادکنک در طول زمان باد شده و بزرگ‌تر می‌شود. هرقدر بادکنک را باد کنیم، داخل آن بزرگ می‌شود اما لایه‌های خارجی آن به مراتب بزرگ‌تر می‌شود.

با هر دانایی که پیدا می‌کنیم بیش‌تر می‌فهمیم که نمی‌دانیم یعنی به نادانی‌مان به مراتب بیش‌تر افزوده می‌شود. در گذشته‌ها این بادکنک خیلی کوچک بود، مثلا از خودمان می‌پرسیدیم چرا یک سنگ کوچک در آب فرو می‌رود اما یک تنهٔ بزرگ درخت روی آب می‌ماند. به این بادکنک حباب دانایی و کُرهٔ فیزیک و میدان علم هم می‌گوییم.

داخل این بادکنک طبیعت وجود دارد. طبیعت را فیزیک هم نامیده‌اند. مسایل داخل بادکنک با کمک علم حل می‌شود. شناخت این مسایل نیز با فلسفهٔ علم است. ما داخل بادکنک هستیم. بیرون بادکنک اسامی مختلف دارد: ماوراءالطبیعه، مابعدالطبیعه، متافیزیک و این قبیل. بیرون بادکنک مسألهٔ این کتاب نیست، مقولهٔ الهیات و ادیان و عرفان است. بحث درباره مقولات الهیات فقط در میدان الهیات ممکن است و داخل جهان فیزیک نمی‌توان به آن‌ها پرداخت. در این کتاب وارد میدان متافیزیک نمی‌شویم.

علم

علم نوعی جادوگری با روپوش سفید نیست. وقتی با مسائلی روبرو می‌شویم که از حل آن‌ها عاجزیم سریعا بـه دامـان نـیروها و پـارامـترهای نـاشناختۀ متافیزیک چنگ نـمی‌انـدازیـم بـل‌که بـه سـادگی مـی‌گوییم «نـمی‌دانـم» و امیدوارانه می‌گوییم «در حال حاضر نمی‌دانم» و ادامه مـی‌دهیم «در آیـنده احتمالا یک نفر پاسخ آن را به دست خواهد آورد» اما به آن یک نفر جـنبه قدسی و مذهبی نمی‌دهیم، در علم صبوری آموخته‌ایم.

با هر سوآلی که جواب می‌دهیم چندین سوآل جدید پیش می‌آید. ابزارهـای سنجش ما داخل بادکنک، متر و کیلوگرم و ثانیه و ترکیبات آن‌ها و ابزارهای مشاهده ما لوله آزمایش و میکروسکپ و تلسکوپ و رآکتور اتمی و مانند آن است. قوی‌ترین عصای دست ما ریـاضیات است کـه آزادی شگـفت‌انگـیز و توانایی باور نکردنی دارد. مـعمولا بـرای حـل مسـائل داخـل بـادکنک، یک پیکربندی ریاضی ابداع می‌کنیم، بعد یک نظریه ساختاری برایش می‌سازیم، سپس به تجربه و مشاهده می‌پردازیم. خیلی وقت‌هـا از مشـاهده و تـجربه شروع می‌کنیم و به ریاضیات و نظریه می‌رسیم.

روش علمی در عمل «مشاهده» و «استقراء» است. خود استقراء در ساده‌ترین حالت به معنی تعداد زیادی مشاهده سپس نتیجه‌گیری از مشـترکات نـتایج است. هنگامی که مجموعه بزرگی از مشاهدات را انجام دادیم می‌توانیم آن‌ها را برای رسیدن به یک قاعده علمی مرتب کنیم که به آن تـعمیم حـاصل از تجربه می‌گوییم.

روش استقراء در ریاضیات این گونه عمل می‌کند: حالت اولیه سیستم مفروض است. اگر توانستیم درستی سـیستم بـه عـلاوه یک را ثـابت کـنیم، نـتیجه می‌گیریم عمل ۱+کار می‌کند و سیستم همواره برقرار است.

راه‌های علم، آزمون و خطا، مشاهده، تجربه، تفکر و محاسبه است. این روش ما را به شـناخت پـدیده نـزدیک‌تر مـی‌کند. مـعرفت عـلمی بـیش‌تر از نـوع

تعمیم‌های حاصل از تجربه است. در قدیم، دانش بشری را افسانه و خرافه و اسطوره و هپروت تشکیل می‌داد. امروز تا مطلبی به محک تجربه و آزمایش نخورد یا مورد مشاهده دقیق قرار نگیرد یا کاملا همخوان با ریاضیات نباشد وارد جهان دانش نمی‌شود. علم اسطوره‌ی امروز است و اسطوره‌ها علم دیروز را تشکیل می‌دادند.

پیش‌رفت دانش‌ها باعث می‌شود هر روزه دانش‌های نوینی از چشمه بیرون بجوشد و دانش‌های قدیمی از بین برود. عمر علوم ژنتیک و روباتیک به پنج شش دهه نمی‌رسد، کوانتوم کامپیوتر در حال تولد است، اما امروزه کسی در مورد «جفر» که علمی متداول بوده چیزی نمی‌شنود. زایش و مرگ رشته‌های مختلف علمی موضوع تاریخ علم است. بعضی علوم نمی‌میرند فقط استحاله پیدا می‌کنند. علم کیمیا با استحاله به علم شیمی تبدیل می‌شود. بعضی علوم چنان تغییر می‌کنند که دیگر جز نام با علم اولیه شباهت ندارند. نجوم و پزشکی امروز با آن‌چه به همین نام معروف بوده زمین تا آسمان تفاوت کرده است.

فیزیکدان آماده است به جستجوی پاسخ سوآل «چگونه؟» قیام کند اما به دنبال پاسخ «چرا؟» نمی‌گردد زیرا معتقد است پاسخی ورای قوانین تجربی وجود ندارد. سوآل «چرا؟» در میدان متافیزیک مطرح می‌شود اما فیزیکدان داخل بادکنک می‌ماند و به متافیزیک وارد نمی‌شود. این کار در حیطه اهالی دین و عرفان و جادو است. نزد فیزیکدان امروز، سوآل «چرا؟» در داخل بادکنک در نظر گرفته می‌شود و در میدان فیزیک آن را به «چگونه؟» ترجمه می‌کند. علم با تجربه و آزمایش و محاسبه سر و کار دارد و از خدمت ریاضیات بهره می‌برد. امروزه برتری علم بر سایر نحله‌های اندیشگی مشخص شده است.

فلسفه

آن قدیم‌ها کلمهٔ فلسفه به معنی دوست داشتن دانش بود. فیلسوف کسی بود که دانش را دوست داشت. این کلمه کم‌کم معانی دیگر هم پیدا کرد و کار فلسفه این شد که همه دانش‌های بشری را جمع‌بندی کرده و دنیا را تبیین (یعنی بیان) کند، مثلا در مورد ستارگان آسمان نظر بدهد اما بعد این کار به دست ستاره شناسان و منجمین افتاد. یا فلاسفه به دنبال اساس هستی گشتند و تالس گفت اساس هستی «آب» است و هراکلیت گفت اساس هستی «آتش» است و امپدوکل گفت اساس هستی چهار عنصر خاک و آب و هوا و آتش است اما بعدها جستجوی اساس هستی به فیزیکدانان هسته‌ای در رآکتورهای اتمی تحقیقاتی سپرده شد. یا وظیفه فلسفه این شد که به دنبال معنی کلماتی مثل «خوش آیندی» و «شادی» بگردد که امروز این وظیفه به نوروساینتیست‌ها یا متخصصان علم عصب‌شناسی سپرده شده زیرا «خوش آیندی» و «شادی» به ترشحات هورمونی مربوط می‌شود که در علم بیولوژی و بیوشیمی مورد مطالعه قرار می‌گیرد. بعد دانش‌های بشری بسیار جلوتر رفت و شاخه شاخه شد به طوری که فلسفه نمی‌توانست همه را با هم جمع ببندد. رشته‌هایی مثل فلسفهٔ ریاضی، فلسفهٔ فیزیک، فلسفهٔ تاریخ، فلسفهٔ زبان‌شناسی و مانند آن به وجود آمد.

در یک کلام، تک سلولی فلسفه شروع به تقسیم کرده حتا روان‌شناسی و جامعه‌شناسی از دل آن بیرون آمده است. در عهد باستان، ریاضیات و پزشکی و نجوم نیز جزو فلسفه بود. امروزه منطق و زبان‌شناسی و الاهیات و اخلاق و تعلیم و تربیت از فلسفه جدا شده است. در این عصر اوضاع فلسفی چنان دگرگون گشته که آن‌چه کوچک‌ترین شباهتی با فلسفهٔ کلاسیک می‌بُرد، یعنی بخش عظیمی از «جهان بینی» یا آن‌چه از کلمهٔ فلسفه انتظار می‌رود، در علوم متجلی شده است.

از سال ۱۹۵۰ میلادی به بعد که کامپیوتر وارد صحنه شد و رآکتورهای

تحقیقاتی اتمی شروع به فعالیت جدی کردند کم‌کم سرعت علم چنان زیاد شد که فلسفه حتا دوان دوان هم به گرد پای علم نمی‌رسد. دانشمندان به فلاسفه توجهی ندارند و با سرعت به کار خود مشغولند و با سرعت هر چه افـزون‌تر پیش می‌تازند. فلاسفه از علم بسیار عقب افتاده‌اند. اکثر موضوعات فلسفی در زمینه‌های مختلف مانند روانشناسی یا اقتصاد و مانند آن وارد علم شده‌اند و عصب شناسان یا متخصصان آمار به حل مسائل پرداخته‌اند. امروزه به نسبت سابق، محدوده کوچکی برای فلسفه باقی مانده و احتمال دارد در آیـنده نـه چندان دور، با پیشرفت شگفت‌انگیز AI یا هوش مصنوعی و ورود روباتیک به صحنه، فلسفه به معنای سنتی آن به هزاران شاخه و شعبه جـدیدتر تـجزیه شود و فلسفه سنتی منحل و بلاموضوع گردد. البته برای فلسفه میدان فراخ متافیزیک همواره باز و آماده است. مسـائل مـتافیزیک بـه بـحث در مـورد «مطلق» کشیده می‌شود. از آن‌جا که کار فیلسوف فقط تفکر (و نه تـجربه و محاسبه) است، تنها میدان برای فلسفه، متافیزیک خواهد بود.

در بحث‌های فلسفی هر گزاره هر قدر هم صحیح یا جالب به نظر برسد مورد چالش حتا نزاع قرار می‌گیرد. شبیه به جنگ هفتاد و دو ملت که چون حقیقت (ناموجود) دیده نمی‌شود به راه افسانه می‌افتند. تکـه‌ای شـیرینی کـه در راه گذاشته شود مورد هجوم زنبورها قرار می‌گیرد. هر گزاره فلسفی کـه تـوسط فیلسوفی ارائه می‌شود مورد تهاجم قـرار مـی‌گیرد. بـعضی از آن تکـه‌ای بـر می‌دارند تا در کار خود خرج کنند و برخی سـعی در پـیدا کـردن اشکـالات و نقایص آن می‌کنند و برخی می‌کوشند آن را یکسره باطل اعلام کنند. هـیچ گزاره‌ای مصون از بازنگری نیست. بازنگری گزاره‌ها، در نگاه شخص گـزاره کننده می‌تواند دردناک باشد. در فلسفه باید شکاک بود. پیش فرض فلسفه این است که «مغز می‌تواند بداند» در حالی که مغز در هر حال محاط است و قادر به دانستن همه چیز نیست.

در حدود سه قرن قبل از میلاد مسیح، اقلیدس با کتاب ریاضی خود ریاضیات

را به عنوان یک علم مستقل از فلسفه جدا کرد. در قرن ۱۷ فیزیک از فلسفه جدا شد. در قرن ۱۸ شیمی از فلسفه جدا شد. کتاب اصل انواع داروین و نظریه تکامل و انتخاب طبیعی اصلح، زیست‌شناسی را از فلسفه جدا کرد. البته دو قرن قبل از داروین، هاروی Harvey گردش خون و نقش قلب را کشف کرد اما شروع فلسفه زیست‌شناسی با داروین است. امروزه فلسفه زیست‌شناسی به یافتن پاسخ سوآل هایی مثل «حیات چیست؟» می‌پردازد.

از آن پس فلسفه به مقولاتی مانند روانشناسی و جامعه‌شناسی پرداخت که آن‌ها نیز با علومی مثل نوروساینس یا عصب‌شناسی از فلسفه جدا شدند. فلسفه برای خود وظیفه پاسخ گویی به سوآل‌هایی از جنس زمان چیست؟ عدد چیست؟ نیرو چیست؟ قائل شد که امروزه به این سوآل‌ها نیز در میدان علم می‌پردازیم و داخل بادکنک به آن مشغول می‌شویم. حتا اگر نتوانیم به پاسخ قانع کننده‌ای برسیم به سوی متافیزیک خارج از بادکنک نمی‌رویم.

معرفی

این دفتر گشت و گذاری در علم و فلسفه را موضوع اصلی خود قرار داده است. نکات اساسی و مهمی در کارهای پیشینیان هست که به عنوان مقدمه باید با آن آشنا شد. از آن جمله است قانون دوم ترمودینامیک که به گفتهٔ هاوکینگ، تنها قانونی است که در هر نظریهٔ فراگیر جهانی وجود خواهد داشت. همچنین است ساختارهای هندسی اقلیدس و لوباچوفسکی و ریمان که بدون آن نمی‌توان تصوری از فضاهای وقوع فلسفهٔ علمی به دست آورد. یا مطالعهٔ حساب احتمالات و آمار که بدون آن بسیاری از خواص فیزیکی جهان مکتوم می‌ماند.

البته برای مطالعات دقیق‌تر باید بسیاری از زمینه‌های کار را با جزئیات بیش‌تر مورد مطالعه قرار داد. از آن جمله‌اند معادلات کلاسیک ماکسول و مدل اتمی رادرفورد. این مطالعات در کتاب‌های تخصصی امکان پذیر است و در دفتری

که به زبان ساده برای خوانندهٔ جوان در سطح دانش عمومی و برای جمع‌بندی سرانگشتی گرد آمده، مناسب نیست.

در زمینهٔ علوم انسانی ذکر چند نکته ضروری است. دنیای معاصر شاهد صدها جنگ بوده که دو تای آن نام بین‌المللی به خود گرفته است. هیچ کتابی که به اوضاع علوم معاصر می‌پردازد نمی‌تواند از بررسی تاثیرات این جنگ‌ها غافل بماند. در این دوران ایده‌ئولوژی دست ساختهٔ کمونیزم شکل آرمانی به خود گرفت و در بیش از نیمی از سطح سیاره پیاده شد اما عاقبت بر آن همان رفت که بر هر ایزم دیگر می‌رود.

از نظر تاریخی، دنیا با روابط برده‌داری و فئودالی و بورژوازی پیش آمد و نظام مستعمراتی مستثمراتی بر جهان حاکم بود. در قرن بیستم تقسیم‌بندی‌ها تا حد اندیشهٔ سه جهانی اول و دوم و سوم پیش رفت سپس به خط کشی شمال و جنوب انجامید اکنون در آخرین مراحل، دنیا شبیه به یک موجود زنده است. کل سیاره مانند موجودی جان‌دار با سلول‌های بسیار است که می‌توان آن را زیست‌کُره نامید.

همان گونه که با ما گفته‌اند بنی آدم اعضای یک پیکرند. همهٔ ما اعضای یک پیکر زنده هستیم. امروزه به خوبی مشخص شده که ایزم دست ساخته قادر به ادارهٔ این موجود نیست. موجودی که خود را به بلایای ازدیاد جمعیت و آلودگی محیط زیست و کم‌بود انرژی و انواع جنگ‌های دینی و ایده‌ئولوژیک دچار کرده است.

به طور خلاصه، در پرتو کشفیات جدید جهان علم که شمه‌ای از آن آمد، تمامی جهان علمی دیگرگون شده به‌دنبال آن تلقی بشر از جهان اطرافش تغییر کرده است. آیا این همان انقلابی است که بسیاری از دانش‌مندان منتظرش بودند؟ و آیا برخورد ما با انقلابیون علمی همان برخوردمان با جوردانوبرونو خواهد بود؟

این دفتر برای جوان‌ترهاست چرا که به تجربه دریافته‌ام بزرگ‌ترها خودشان

همهٔ این حرف‌ها را بلدند. در سرزمین ما اهمیت «علوم به زبان ساده» چندان شناخته نشده است. در زبان‌های دیگر آن‌را Vulgariser یا Popular کردن می‌نامند. در سرزمین ما معمولا استادان وارد این بازی نمی‌شوند. علوم به زبان ساده یکی از مهم‌ترین بخش‌های دانش نوین است که جایگاه مهمی در زندگی دانش‌مندان معاصر پر کرده.

در کشورهای پیش‌رفته علوم به زبان ساده بیش از هر فعالیت دیگر علمی در جذب جوانان به سوی دانش نوین نقش بازی می‌کند. در این زمینه در دنیا به نام‌های مهمی چون آسیموف، ساگان، گاموف، تایلور، برادبری، کلارک و دیگران بر می‌خوریم. این مهم اما، در کشور ما به خوبی جا نیفتاده بعضی آکادمیسین‌ها با اهمیتش بیگانه‌اند. سابقهٔ علوم به زبان ساده به ترجمه‌ها و کارهای احمد آرام، احمد بیرشک، پرویز شهریاری، حسن صفاری، ابوالقاسم قربانی و سایر پیش‌گامان می‌رسد. عمومی کردن دانش‌های نوین و پایین آوردن آن تا سطوح دانش عمومی با نظرگاه آموزش جوانان و بسنده نکردن به ترجمه از وظایف اصلی متفکران علمی است.

اندازه‌گیری

با پرواز «حقیقت و اندازه‌گیری آن» شروع کنیم و در مورد سه پارامتر حقیقت و توضیح و پیش‌بینی بگوییم. صدای خلبان در بلندگو می‌پیچد:

> خانم‌ها، آقایان!
>
> به پرواز آموزشی فلسفهٔ علمی خوش آمدید. شمارهٔ پرواز رفت 1399 و مقصد ما پروازی آزمایشی از سرزمین کشندهٔ «روزمره» به آسمان نجات‌بخش «حقایق علمی» است. در این پرواز تا ارتفاعات غرورآفرین دانش‌های نوین صعود کرده بین راه از شهرهای ناکجاآباد و خراب‌آباد عبور خواهیم کرد. درجهٔ حرارت هوای داخل ۲۲ درجهٔ سانتی‌گراد و فشار آن ۱

> اتمسفر است. ساعت به وقت محلی هم‌اکنون دقیقا ۱۰ صبح است و زمان پرواز ۲ ساعت خواهد بود. با شمارهٔ پرواز 1400 در ساعت ۱۲ به‌وقت محلی به‌پایگاه برمی‌گردیم. لطفا پشتی صندلی‌ها را به حالت عمودی در آورده کمربندها را ببندید.

گفتارِ خلبان، دلگرم‌کننده است. کمی شبیه به گفتار طبیبی که پیش از عمل جراحی با بیمار خود گفتگو می‌کند. من اما همیشه تمایل پیدا می‌کنم با افزودن کلمهٔ «تقریبا» قاطعیت را از این گفتار بگیرم. ببینیم آیا گفتار خلبان دقیق هست؟

اطلاعاتی که خلبان می‌دهد به همین سادگی به دست نمی‌آید. در کابین هدایت هواپیما یا cockpit سه یا چهار نفر خدمهٔ پرواز به کار مشغولند. خلبان، کمک‌خلبان، مهندس پرواز و گاه یک ناظر.

داده‌های پرواز از برج مراقبت و داده‌های هواپیما از طریق سرمکانیک به مهندس پرواز منتقل می‌شود. مهندس پرواز بر روی این داده‌ها پردازش ضروری را انجام داده نتایج حاصل را در اختیار خلبان قرار می‌دهد. این پردازش عموما به محاسباتی اطلاق می‌شود که برای به‌دست آوردن اطلاعاتی که خلبان بیان کرد ضروری است.

در تمام طول مسیر که داده‌های مختلف از جمله سوخت، وزن و سرعت باد تغییر می‌کند، مهندس پرواز محاسبات خود را تکرار کرده حاصل آن‌را در اختیار خلبان می‌گذارد. مهندس پرواز برای سهولت، سرعت و دقت از ابزارهای مختلف از جمله کامپیوتر هواپیما استفاده می‌کند.

محاسبات این پرواز بر مبنای روش‌هایی قرار دارد که به آن‌ها قوانین طبیعت گفته می‌شود. جان سخن همین‌جاست. آیا به‌طور کلی چیزی به نام قانون طبیعت وجود دارد؟

محاسبات هواپیما بر مبنای قوانین نیوتن قرار گرفته است. آیا قوانین نیوتن (یا سایر قوانین) را می‌توان قوانین طبیعت نامید؟ آن‌چه قانون طبیعت خوانده

می‌شود چه‌گونه به‌وجود می‌آید؟

تاریخچۀ تمامی قوانین طبیعت تقریبا به این صورت است که در آغاز تعداد زیادی واقعیت‌های تجربی و مشاهده‌ای جمع‌آوری می‌شود، آنگاه زنجیره‌ای از منطق، ساختۀ ذهن بشر، به داخل این مجموعۀ پراکندۀ نقاط خورانده می‌شود به طوری که به بهترین شکل ممکن تمامی آن‌ها را در بر گیرد. سپس تعداد زیادی از این نتایج تجربی که به‌گونه‌ای منطقی (منطق از پیش‌ساختۀ بشری) به یکدیگر مربوط به‌نظر می‌رسند انتخاب می‌شود. آنگاه «متواضعانه» آن بخش از وقایع که در منطق نمی‌گنجد کنار گذاشته می‌شود!

به عنوان مثال از یک قانون مهم طبیعت که به قانون دوم نیوتن معروف است نام ببریم. نیوتن معتقد است اگر بر جرم دلخواه m نیرویی مانند F وارد آوریم، این جرم با شتابی معادل حاصل تقسیم نیرو بر جرم $a=F/m$ به حرکت در می‌آید.

شیوۀ کشف این قانون چنین است که در آغاز اندازه‌گیری‌های بسیاری در مورد جرم‌های مختلف که تحت تاثیر نیروهای مختلف به شتاب‌های مختلف دچار می‌شوند انجام می‌دهیم سپس این اندازه‌گیری‌ها را روی محورهای مختصات دکارت ترسیم می‌کنیم. a روی محور افقی و F/m روی محور عمودی.

البته توجه داریم که هیچ‌یک از اندازه‌گیری‌ها را نمی‌توان به صورت یک نقطۀ ساده نشان داد و برای نمایش خطاهای آزمایش و اندازه‌گیری باید از نشانۀ دیگری با انعطاف پذیری بیش‌تری مانند دایره‌های کوچک یا گوی‌های توخالی استفاده کرد.

اگر واقعا این ترسیم را انجام دهیم خواهیم دید که مجموعۀ نقاط رسم شده، نظم مشخصی را نشان نمی‌دهد. این بی‌نظمی به‌ویژه در حوالی جرم‌های بسیار کوچک ذرات داخلی اتم به‌وضوح مشهود است.

حال بیاییم سوآل را به‌این صورت مطرح کنیم: اگر طبیعت منظم بود، کدام نظم این نقاط را بهتر و ساده‌تر به یکدیگر مربوط می‌کرد؟ به بیان دیگر آن

کدام رشته‌ای است که این دانه‌ها را به بهترین شکل به نخ می‌کشد؟

می‌دانیم که هر رابطهٔ درجه اول نمایندهٔ یک خط مستقیم است. مثلا رابطهٔ درجه اول y=x نمایش‌گر نیم‌ساز ربع اول و سوم محورهای مختصات است. خطی که از مبدأ مختصات با زاویهٔ ۴۵ درجه ترسیم می‌شود. به این ترتیب نیوتن پاسخ می‌دهد خطی با زاویهٔ ۴۵ درجه به بهترین شکل نقاط تجربی را به رشتهٔ نظم می‌کشد. پس دیگر اندازه‌گیری لازم نیست. هرگاه دو عامل از مجموعهٔ جرم و شتاب و نیرو معلوم باشد می‌توان سومی را به‌دست آورد. برای این کار نیازی به ترسیم هیچ نقطه‌ای نیست و همان خط ۴۵ درجه کفایت می‌کند.

یعنی اگر در سیستمی با جرم m نیروی F اعمال شود با ترسیمی ساده می‌توان شتاب حاصل در سیستم یعنی a را به‌دست آورد. تازه می‌توان کار را ساده‌تر هم کرد، از رابطهٔ سادهٔ ریاضی F=ma بهره برد و تمامی حرکات طبیعت را به زنجیرهٔ نظم کشید. به تجربه دیده می‌شود که بسیاری از این نقاط دقیقا روی خط نیمساز ربع اول و سوم قرار نمی‌گیرند و در مجاورت آن هستند اما نیوتن چشمش را به روی این خطاها می‌بندد. این زنجیرهٔ نظم نیست، سیخ نظم است. طبیعت برای آن‌که منظم جلوه‌گر شود باید به سیخ ساده‌انگاری کشیده شود. هر دستگاه علمی که دچار این پندار ساده‌انگارانه شود که به مطلق دست پیدا کرده، یا از آن بدتر، هر دستگاه علمی که برمبنای پیش‌فرض یا پیش‌نیاز «مطلق» بنا شود، دچار همین سرنوشت می‌شود. فضای مطلق اقلیدس یا زمان مطلق نیوتن از این قاعده مستثنی نیست.

دسته‌بندی داده‌های طبیعت که به غیر طبیعی‌ترین صورت ممکن به وسیلهٔ بشر انجام می‌شود آن‌قدر او را تحت تاثیر خود قرار داده و به هیجان می‌آورد که در نهایت غرور و افتخار اصرار می‌ورزد نتیجهٔ کار، یعنی همان منطق‌خود را، خط ۴۵ درجه یا رابطهٔ F=ma را، قانون طبیعت بنامد بدون آن‌که توجه کند این شیوه اختیاری است، اختراع ذهن خود اوست و هیچ نشانی از هیچ‌جای

طبیعت در خود ندارد.

وقایع به‌کنار گذاشته شدهٔ مخالف‌خوان، مانند حرکت ذرات کوچک داخل اتم، بالاخره این «قانون طبیعت» را از اریکهٔ قدرت و فرمان‌روایی به زیر خواهد کشید. این بررسی به‌هیچ‌وجه منحصر به قانون حرکت نیوتن نیست. سایر قوانین طبیعت نیز این‌گونه‌اند. به همین جهت همواره می‌توان در بارهٔ آن‌ها به بحث نشست و در صورت لزوم تغییرشان داد. همان‌گونه که تاکنون تعداد زیادی از آن‌ها تغییر کرده است.

قوانین علمیِ «خود مطلق انگار» که بر پیش‌فرض‌های مطلق استوارند دچار خطاهای بحرانی ویران کننده می‌شوند. در این قوانین هیچ‌گونه حقیقت مطلق نهفته نیست و هرکدام از آن‌ها به‌طور نسبی کار می‌کند. این قوانین خلاصه‌ای منطقی از دانش بشری را بیان می‌کند. دانشی که بر پایهٔ مشاهدات و تجربیات به‌دست آمده است. اما باید توجه داشت که مشاهدات و تجربیات بشری دارای دقت محدود است.

به صورت نمادین می‌توان نمودارهایی را برای بررسی پدیده‌های طبیعی و قانون‌های طبیعت که برای توضیح آن‌ها اختراع شده ترسیم کرد. این کار اما، نقاط بسیاری را حذف یا تعدیل می‌کند. به عنوان مثال حرکات بسیاری در داخل اتم رخ می‌دهد که کوچک‌ترین وقعی به قانون حرکت نیوتن نمی‌گذارد. چه‌گونه می‌خواهیم بعضی نقاط را حذف کنیم؟ طبیعت را نمی‌توان دور ریخت. ما برای آن‌که قانون طبیعت خود را فراگیر نشان دهیم پدیده‌های مخالف‌خوان را عملا نادیده می‌گیریم. ندیدن بهترین شیوهٔ حذف است و ما هنوز دیدهٔ دیدن همه چیز را باهم نداریم.

طرفه این که کار در این مرحله نیز متوقف نمی‌شود و برخی از این قوانین که دارای اهمیت بیش‌تر هستند و خود در بر گیرندهٔ قوانین کوچک‌تر و موضعی‌ترند از سوی بشر به لقب پر افتخار «اصول طبیعت» ملقب می‌گردند. یعنی به سادگی طبیعت همواره بر طبق این اصول که اتفاقا آن‌ها نیز از

تولیدات کارخانهٔ مغز بشری هستند عمل می‌کند. تو گویی طبیعت التزام داده در عملکرد خود از تراوشات مغز بشر الهام گرفته از او پیروی نماید. جالب این‌جاست که بشر در محاوره گاه تندروتر از این نیز شده اصول طبیعت را نوامیس طبیعت می‌خواند و به این ترتیب نقش وکیل مدافع ناموس طبیعت را به عهده می‌گیرد.

یکی از علل عمدهٔ اختراع قوانین طبیعت، راحتی دسته‌بندی کردن و شناسایی پدیده‌ها با کمک آن‌ها است. اگر به‌جای مغز یک کامپیوتر بزرگ با مشاهدات فیزیکی سر و کار می‌داشت یادآوری نتایج این مشاهدات با انجام محاسبات بر مبنای قانون طبیعت (فرمول) تفاوت چندانی نمی‌کرد با این مزیت که کامپیوتر می‌توانست با یادآوری کلیهٔ داده‌ها صحنهٔ وسیع‌تری را جلو چشم ما بگشاید و ما را به استنتاجات منطقی‌تری هدایت کند.

برای ماشین، محاسبات نظم در بی‌نظمی یا محاسبات آمار و احتمالات مشکل زیادی تولید نمی‌کند. کامپیوتر بدون کمک قانون طبیعت هم می‌تواند این محاسبات را به سرعت انجام دهد و تقریبا در تمام موارد به نتایجی بهتر با تقریب کم‌تر می‌رسد. با این برتری واضح که کامپیوتر هیچ بخش از طبیعت را دور نمی‌ریزد و نادیده نمی‌گیرد. در این فرمول‌ها بشر نظم نسبی خود را به طبیعت دیکته می‌کند در حالی که ماشین تمامی تودهٔ نامنظم اطلاعات را به یاد می‌آورد.

امروزه کار آشوب به جایی رسیده که در دوایر پیش‌رفتهٔ علمی برخی دانش‌مندان و فلاسفه به اجبار و ناخواسته به این نتیجه می‌رسند که «طبیعت قانون ندارد» یا چیزی با نام و مفهوم قوانین طبیعت یا اصول طبیعت نمی‌تواند وجود داشته باشد. تشخیص درجهٔ قطعیت این سخن موکول به تحقیقات آینده است. در حال حاضر این مساله تا حدودی به اعتقادات افراد مربوط می‌شود. اگر مراد از قانون طبیعت آن است که در علوم به نام قانون طبیعت موسوم است به نظر می‌رسد که امروزه هیچ چیز را نمی‌توان قانون

طبیعت نامید.

قوانین کنونی طبیعت ممکن است از بین بروند ولی وقایع طبیعی که این قوانین برای به رشتهٔ نظم کشیدن آن‌ها وضع شده باقی می‌ماند. آنگاه قوانین جدیدتر و کامل‌تر وقایع را بهتر و دقیق‌تر به رشتهٔ نظم خواهد کشید. قانون جاذبهٔ نیوتن به‌عنوان مثال به‌وسیلهٔ خاصیت هندسی فضای اینشتین برچیده شده است.

خلبان ما با کمک مهندس پرواز با استفاده از «قوانین نیوتن» و با داشتن بخشی از اطلاعات، از جمله سرعت باد، درجهٔ حرارت، نیروی موتور و ارتفاع مجاز پرواز، با محاسبهٔ ساده‌ای زمان پرواز را می‌گوید. اما این تمامی اطلاعات نیست. این محاسبهٔ غیر دقیق دارای اشکالات متعدد است. سرعت باد دقیقا مشخص نیست درجهٔ حرارت نیز تقریبی است. اطلاعات مربوط به نیروی موتور و مقداری از این نیرو که خلبان با اهرم پیش‌ران یا throttle استفاده می‌کند نیز تقریبی است.

به این ترتیب دست روی هرکدام از داده‌ها که بگذاریم با تقریب‌های بسیار مواجه می‌شویم. تقریب‌هایی که برطرف کردن‌شان همهٔ جهان را وارد محاسبات خواهد کرد. برای سرعت باد باید اثرات چرخش زمین و جاذبه ماه را در نظر گرفت. جهان از این نظر رفتاری متصل نشان می‌دهد.

حل کامل هر مسأله از دو بخش گردآوری داده‌ها و پردازش آن‌ها تشکیل می‌شود. پیوستگی مسائل، باعث می‌شود که در بخش گردآوری داده‌ها مجبور به جمع‌آوری تمام اطلاعات جهان باشیم که این ممکن نیست.

بحث در دامنهٔ تقریب داده‌ها نامحدود به نظر می‌رسد. بخشی از عدم دقت داده‌ها به خاطر نحوهٔ اندازه‌گیری داده‌هاست. قسمتی نیز به خاطر صرف‌نظر کردن از داده‌هایی است که باعث ایجاد تقریب از رده‌های ضعیف‌تر می‌شود. بنابراین بشر هرگز قادر به داده‌برداری مطلقا دقیق نخواهد بود و حل هر مسأله از جمله ارائهٔ زمان پرواز از سوی خلبان جز با تقریب امکان‌پذیر نیست.

اگر از خلبان توضیح بخواهیم، شرایط ابتدائی مسأله و قوانین نیوتنی حرکت را بیان خواهد کرد. شرایط ابتدائی به اندازه‌گیری مربوط می‌شود که خود دارای چند نوع خطای عمده است. مهم‌ترینش این‌که هر اندازه‌گیری پدیدهٔ مورد اندازه‌گیری را تغییر می‌دهد. این سخنی است که اساس اندازه‌گیری‌های نوین را متحول کرده است.

فرض کنیم می‌خواهیم طول یک پارچه را اندازه بگیریم. در زندگی روزمره برای این کار از یک متر معمولی استفاده می‌کنیم و اگر هدفِ اندازه‌گیری خرید پارچه باشد بهای آن‌را می‌پردازیم. بسیار خوب طول این پارچه یک متر است. آیا اندازه‌گیری ما دقیق است؟ تا هدف اندازه‌گیری چه باشد.

می‌دانیم که مترهای معمولی ساخته شده در کارخانجات مختلف هیچ کدام مطلقا دقیق نیستند، ادعای آن را هم ندارند. آن‌ها باید در محدوده‌ای از تقریب‌ها کار کنند. حال فرض کنیم متر بسیار دقیق‌تری را که از جنس پلاتین است و در موزهٔ سور sevres پاریس زیر غلاف شیشه‌ای و در پانزده درجهٔ سانتی‌گراد نگه‌داری می‌شود برای این کار مورد استفاده قرار دهیم. آیا مسافرت این متر از پاریس تا این‌جا روی طول آن تأثیر نمی‌گذارد؟

جاذبهٔ زمین (شتاب ثقل) به خاطر غیر کروی بودن سیاره، در نقاط مختلف یکسان نیست. تغییرات سایر عوامل از قبیل درجهٔ حرارت نیز روی طول متر تاثیر می‌گذارد.

حال فرض کنیم (فرض محال) که در دستان خود متری مطلقا دقیق داریم. نکتهٔ اساسی این‌جاست که ما می‌خواهیم این متر را روی پارچه‌مان بگذاریم. طبق تمام تجربیات جاذبه‌ای و قوانین مربوط به آن، خواه از نیوتن خواه از اینشتین، دیده می‌شود که نزدیکی متر به پارچه یا نزدیکی دو جرم روی طول هر دو آن‌ها تاثیر می‌گذارد یعنی به مجرد این‌که متر را به پارچه نزدیک کردیم طول متر و پارچه هر دو تغییر می‌کند. باز اگر این تغییرات یکسان بود ایرادی نداشت ما پارچهٔ تغییر کرده را نسبت به متری که به همان اندازه تغییر کرده

می‌سنجیدیم اما این تغییرات یکسان و یکسو نیست.

حتا اگر این آزمایش را دقیق‌تر کرده بخواهیم از طول موج نورهای ساده مثل نور قرمز برای متر کردن پارچه استفاده کنیم باز هم فرقی در مسأله نمی‌کند، گیرم قدر مطلق تقریب کم‌تر اما دامنهٔ نوسان و فرکانس آن بیش‌تر می‌شود. اگر با ابزاری نوری به پارچه بنگریم می‌بینیم که پارچه منقبض و منبسط می‌شود. طول پارچه خودبه‌خود متغیر است و در اصطلاح ورم می‌کند. برای این‌که جلو تنفس پارچه را بگیریم نه تنها باید شرایط آزمایشگاهی ایده‌آل برای پارچه درست کنیم بل‌که باید دستگاه نوری خود را هم خاموش کنیم. نور نیز خواص مادی از خود نشان می‌دهد و دستگاه نوری روی طول پارچه تاثیر می‌گذارد.

چرا در زندگی روزمره به این امر توجه نمی‌کنیم؟ برای این‌که هر اندازه‌گیری دارای هدف مشخص خود است و نتیجهٔ آن اندازه‌گیری قابل تعمیم به اندازه‌گیری‌هایی که دارای هدف مشترک نباشند نیست. در اندازه‌گیری پارچه، هدف خرید و فروش است و دامنهٔ تقریب اندازه‌گیری از عشر واحد طول قابل اندازه‌گیری و قیمت‌گذاری کوچک‌تر است. آیا پولی را سراغ داریم که دامنهٔ اجزای آن از یک‌صدم نیز کوچک‌تر باشد؟

در اندازه‌گیری پارچه با متر معمولی تقریب‌ها در حدود میلی‌متر و با مترهای دقیق‌تردامنهٔ تقریب کسر بسیار کوچکی از میلی‌متر خواهد بود. با توجه به تغییرات نهائی که در اثر نزدیکی متر و پارچه به‌وجود می‌آید بسیار بی‌خبری و ساده‌دلی می‌خواهد که با چنان متری چنین پارچه‌ای را اندازه بگیریم و حکم قطعی در مورد طول پارچه صادر کنیم.

البته این تازه اول قصه است و دستگاه‌های اندازه‌گیری معمولا به‌مراتب خطاکارترند. مثال ساده‌ای از وسیلهٔ اندازه‌گیری جریان سیالات قضیه را روشن‌تر می‌کند. خلبان در تمام مواقعی که داخل جو پرواز می‌کند از این وسیله بهره می‌برد. برای اندازه‌گیری سرعت جریان (آب یا هوا) در یک مجرا (لوله یا

رودخانه یا روی بال هواپیما) از وسیله‌ای به نام «پیتوت استاتیک تیوب» یا مخفف آن، لولهٔ پیتوت استفاده می‌کنیم.

لولهٔ پیتوت یک وسیلهٔ اندازه‌گیری است که آن‌را در مسیر جریان قرار می‌دهیم و با اندازه‌گیری اختلاف فشار، از روی قانون «برنویلی» سرعت جریان را حساب می‌کنیم. در این‌جا وارد جزئیات فنی نشویم و فقط خطاهای این آزمایش را فهرست کنیم:

۱ ـ دقت ساخت لولهٔ پیتوت و فشارسنج زیر سوآل است.

۲ ـ دقت ارتباط بین قرائت و اختلاف فشار (کالیبراسیون) زیر سوآل است.

۳ ـ دقت انسان آزمایش کننده زیر سوآل است.

۴ ـ دقت قانون برنویلی که به هر حال نسبت به قانون نیوتن یک قانون ردهٔ دوم محسوب می‌شود زیر سوآل است.

اما از همه جالب‌تر و مهم‌تر این نکته است که وجود خود این وسیلهٔ اندازه‌گیری در مسیر جریان باعث تغییر سرعت جریان می‌شود.

آوردن این مثال بیش‌تر برای مقایسه با مثال اول بود. در اندازه‌گیری پارچه، فقط یک داده‌برداری مستقیم می‌کردیم (طول) و آن‌همه در معرض خطا بودیم. دراین مثال به‌جز داده‌برداری اختلاف فشار، روی داده‌ها کارهای پردازشی نیز انجام می‌دهیم. مثلا اختلاف فشار را تبدیل به سرعت می‌کنیم. طبیعی و بدیهی است که احتمال خطا بیش‌تر است.

تحلیل فنی این بحث به سادگی نشان می‌دهد که جنس جهان‌شناختی بشر به‌گونه‌ای است که یا اجازهٔ وجود حقیقت مطلق را نمی‌دهد یا در صورت وجود، اجازهٔ شناخت حقیقت مطلق را نمی‌دهد. تأکید کنیم که این امر ارتباطی به‌وجود یا عدم وجود حقیقت مطلق ندارد. و باز تکرار کنیم که حوزهٔ این بحث‌ها، مقولات علمی و آزمایشگاهی است.

آن‌چه از سوی ما گفته شود غیر صحیح و غیر کامل است اما این نباید ما را

به‌سوی سکوت سوق دهد زیرا به‌نظر می‌رسد تنها راه دانستن آن است که نخست سخنی گفته شود، سخنی که شاید بتوان بر آن خرده‌هایی گرفت اما نسبت به سایر سخنان پاکیزه‌تر و کم غلط‌تر است آنگاه باید به تصحیح خطاهای این سخن کوشید.

این شیوه که به روش آزمون خطا و تصحیح معروف است در حال حاضر تنها راه حل ماست چه اگر به امید روزی بنشینیم که حقیقت یکباره و یکجا را به صورتی یکپارچه به‌دست آوریم اولا بی‌کاری فساد خواهد آورد ثانیا مشکلات موضعی نابودمان خواهد کرد و ثالثا چه بسا آن روزی که خدایان المپ هدیهٔ سر به‌مهر را یکجا تقدیم‌مان کنند هرگز فرا نرسد. خلبان ما نمی‌تواند منتظر آن روز بشود تا بتواند به‌طور کامل و دقیق زیباترین حرفش را بگوید.

بررسی مسألهٔ حقیقت بدون بررسی ابزاری که برای حل این مسأله به‌کار گرفته می‌شود معنی ندارد. اگر حقیقت آن است که بشر دریابد و بپذیرد باید در مورد وسیله‌ای که برای حل این مسأله به‌کار می‌گیرد تعمق کند. ابزار شناسایی بشر وجود «بشر» است که با کمک مغز و محصول کارکردش «اندیشه» این شناسایی را انجام می‌دهد.

مغز با کمک دریافته‌های حسی قادر به جمع‌آوری اطلاعات بوده سپس این اطلاعات را به رشته‌های عقلانی منظم می‌کند. اگرچه «بشر» در برگیرندهٔ کل افراد بشر است و نه تنها آن که تمامی ابزارهای ساخته شده نیز در دل «بشر» می‌گنجد با این وصف هنوز «حقیقت» در بر گیرندهٔ «بشر» است. بشر به کمک مغز که ابزاری نسبی و محاط است می‌خواهد به آن‌چه به او محیط است راه ببرد.

بیش‌تر به‌نظر می‌رسد که مطلق حقیقت به‌واسطهٔ «تعمیم نابه‌جا» به ذهن بشر خطور کرده است. وحشت‌ها انسان را به تفکر و تلاش واداشته، در اثر کوشش اندیش‌مندانه قادر به توضیح جزئی گشته سپس برای آن‌که از شر همهٔ وحشت‌ها خلاص گردد توضیح را به ماوراء بالاترین سطحی که در هر مقطع

از زمان می‌توانسته بسط داده نام آن را حقیقت گذاشته است. فلسفهٔ بشری با همان شیوه‌ای به مفهوم حقیقت آغشته گشته که ریاضیات بشری با مفهوم بی‌نهایت آلوده شده است.

پس چه‌گونه است که زمان پرواز ۲ ساعت برای ما قانع کننده است و ما را دلشاد می‌کند؟ به نظر می‌رسد ما چشم از حقیقت فرو پوشیده‌ایم و خود به دنبال حقیقت نیستیم یا بنا به شناخت محدودیت‌هامان به تقریب‌هامان رضایت داده‌ایم. ما به عنوان پیش‌فرض اصولا از خلبان توقع دقت در سرحدات مطلق و حقیقت را نداریم. همین‌قدر که خلبان با کمک قوانین ناقص نیوتن قادر به پیش‌بینی زمان پرواز باشد برای ما کافی است اما آیا او حقیقت را گفته است؟ بی تردید نه. اما آیا برای تشخیص این امر ابزاری در اختیار داریم؟ بله ساعت‌های مچی‌مان. اما اگر خطای خلبان کوچک‌تر از دقت ابزارهای اندازه‌گیری ما (ساعت مچی) باشد چه؟ در آن صورت ما قادر به تشخیص نیستیم اما این هنوز دلیل نمی‌شود که او حقیقت را گفته است. برای ما یک تقریب جزئی در زمان پرواز قابل قبول است. اگر خلبان زمان پرواز را ۲ ساعت اعلام کرده باشد و یکی دو دقیقه زودتر یا دیرتر به مقصد برسد ما متوجه تقریب در زمان پرواز نخواهیم شد.

محاسبات نیوتنی خلبان در طول زمان به محک تجربه خورده و در حدود تقریبات قابل قبول کارآیی دارد. به همین جهت است که عدهٔ زیادی دوست دارند عجولانه آن‌را قوانین طبیعت بنامند.

معیاری برای دست یابی به حقیقت یا حتا سنجش حقیقت وجود ندارد. حقیقت، تعبیر ما از واقعیت است. آن چه ما «حقیقت» می‌نامیم و مرادمان «کیفیتی مطلق» است یا وجود ندارد یا اگر وجود داشته باشد در هیچ شرایطی به شناخت ما با ابزارهای نسبی‌مان در نمی‌آید بنابراین بحث در باره آن مفید نیست.

با توجه به بحث فوق است که امروزه بسیاری از متفکران علمی معتقد شده‌اند

چیزی به‌نام حقیقت به‌طور طبیعی وجود ندارد. باید «حقیقت مصنوعی» را ساخت و جای‌گزین حقیقت کرد. اندیشهٔ حقیقت مصنوعی از واقعیات و عینیات، یعنی واقعیت‌هایی که ما به آن آگاهی پیدا کرده‌ایم بر آمده است.

بخش اعظم مسائل آزار دهندهٔ انسانی از آبش‌خوری کوچک، به کوچکی یک کلمهٔ سه حرفی، سرچشمه می‌گیرد. کلمه‌ای که در روز متجاوز از یک‌صد بار تکرار می‌کنیم. کلمه‌ای با سه حرف بی‌آزار «الف» و «سین» و «ت» یا همان «است» پیش پا افتاده.

همهٔ ما هر روزه چندین بار حکمی قاطع از نوع «فلان‌چیز فلان‌طور است» صادر می‌کنیم و صدها حکم و قضاوت نهائی از همین نوع می‌شنویم. اسم «فلان چیز» و صفت «فلان طور» موضوع بحث کنونی نیست، اکنون استحکام و قطعیت فعل «است» را بسنجیم.

می‌دانیم که نیروهای طبیعت در چهار خانواده طبقه‌بندی می‌شود و در طبیعت (فیزیک) هیچ نیروی دیگری موجود نیست. البته نیروهای متافیزیکی خارج از طبیعت موضوع این بحث نیست. اگر به‌طور موقت از تاثیرات دو نیروی جاذبه و رادیواکتیو سخنی به میان نیاوریم آنگاه می‌توان گفت تمامی کارهای ما زیر تاثیر نیروی «الکتروشیمیایی» انجام می‌شود. ما نه تنها هنگامی که می‌چشیم و می‌بوییم و می‌بینیم بل‌که وقتی عشق می‌ورزیم نیز عملی الکتروشیمیایی انجام می‌دهیم.

این اعمال عکس‌العمل‌های الکتروشیمیایی خاص خود را ایجاد می‌کند. امروزه مشخص شده خوش‌آیندی و ترس و سایر احساس‌های بشری فقط کیفیات معنوی نیست و در واقع تأثیرات مقادیر مختلف مواد شیمیایی مانند آدرنالین در خون است. تمامی دانش انسان مربوط به مغز و حاصل کارکردش، اندیشه است و همه چیز در مغز الکتروشیمیایی می‌گذرد.

به این ترتیب برای بررسی احکام و قضاوت‌های خود، برای بررسی «است»های خود، باید کمی به فضای علوم سخت وارد شویم. برای این کار از

«نظریهٔ اندازه‌گیری» بیآغازیم که سرآغاز همهٔ دانش‌های نوین است.
پس از اختراع مکانیک عناصر بی‌نهایت کوچک به وسیلهٔ ماکس پلانک و پس از کشف قواعد نظریهٔ انـدازه‌گـیری مـعلوم شـد کـه هـر انـدازه‌گـیری دارای مشخصات و محدودیت‌های خاص خود است و لقی یا تولرانس خود را دارد. در ضمن، هر اندازه‌گیری روی پدیدهٔ مورد اندازه‌گیری تاثیر گذاشته آن را تغییر می‌دهد. به عنوان مثال وقتی سرعت‌سنجی را در مسیر جریانی قرار می‌دهیم تا سرعت جریان را اندازه بگیریم عملا خود ایـن سـرعت‌سنج بـاعث تـغییر سرعت (به‌میزان ناچیز، اما نه به‌هرحال صفر) می‌شود.
کمیات اصلی جهان ما، مکـان و جـرم و زمـان و انـرژی و اطـلاعات است. ابزارهای اصلی جهان‌شناسی، متر و ترازو و ساعت است. پیش‌تر بـه طـول پرداختیم و عجز خود را در اندازه‌گیری‌اش آزمودیم. نه‌تنها تعریف «دقیقی» از متر نمی‌توان به دست داد بل‌که محال است بتوان گفت: «طول فلان‌چیز ۲۸ سانتی‌متر است» و باید آن را در محدوده‌ای از تقریب‌ها بیان کرد.
ترازوهای بسیار دقیق که امروزه در آزمایشگاه‌های فوق مدرن مورد استفاده قرار می‌گیرد معمولا دارای خروجی اطلاعاتی عددی یا دیجیتال است و ارقام چندم بعد از اعشار آن هرگز آرام نمی‌گیرد. یعنی ثابت نمی‌ماند. این به خاطر تاثیرات اختلالات محیطی، جریان هوای اطراف، حرکت انسان‌ها یا وسـایل نقلیه، حرکت‌های داخل زمین، حرکات ماه و غیره است. هر چه بـه تـرازوی ایده‌آل نزدیک‌تر شویم میزان این تاثیرات را بیش‌تر نمایان کرده‌ایم.
مشکل صد چندان می‌شود وقتی بدانـیم جسـمی کـه بـرای تـوزین بـه کـار گرفته‌ایم دارای وزن ثابت نیست و حرکت ذرات از داخل جسم به بـیرون از یک سو و ورود ذرات کیهانی بـه جسـم از سـوی دیگـر روی وزن آن تـاثیر می‌گذارد. صد البته کشش گرانشی (جاذبه) بین جسم و ترازو نیز در این توزین دخالت می‌کند.
به این ترتیب آن‌چه در ذهن ما از یک توزین ساده می‌گذرد تـوهمی بـیش

نیست و ما هرگز نمی‌توانیم چیزی به وزن ۲ کیلوگرم را وزن کنیم مگر آن‌که برای نتیجهٔ این توزین به عددی مثل ۹ـ۴۵۲۱...۱/۹۹۹۹۹۹۹۹۸۷۶ رضایت دهیم.

سوای طول و جرم، زمان مسالهٔ دیگری است. به جز اندازه‌گیری مستقل و مستقیم زمان که دارای مشکلات عدیده است، گذر زمان روی کـل سـیستم مادی دربرگیرندهٔ جرم تأثیر می‌گذارد و این تأثـیر دوطـرفه است یـعنی کـل سیستم مادی و تغییرات آن نیز بر گذر زمان تأثیر می‌گذارد. به‌طوری که بـه سهولت می‌توان گفت فقط در محیط ساکن از نظر زمان، «است»ها «است» می‌شوند. در چنین محیطی عملا «است» تبدیل به «ایزم» هم مـی‌شود. در محیط متحول و پویا و دارای گذر زمان، هیچ «است»ی آن‌قدر «است» نیست که در وهلهٔ اول به‌نظر می‌رسد.

جزئیات این امور در علم اندازه‌گـیری یـا measurement مـورد بـحث قـرار می‌گیرد. عصارهٔ بحث فوق در این علم چنین عنوان می‌شود: هر اندازه‌گیری، در حالت ایده‌آل، دارای خطای بسیار کوچکی است که می‌توان به آن خطای کوانتوم گفت. کوانتوم دقت اندازه‌گیری در واقع آخرین جزئی است که دیگر قابل اندازه‌گیری نیست و ما بالاتر به آن تولرانس یا لقی سیستم اندازه‌گیری گفتیم.

تلقی رایج از علم معرفتی است که بر مبنای دیدن و شنیدن و لمس کردن و سایر محسوسات بیان شده باشد. علم با مشاهده به مـعنای دریـافته حسـی شروع می‌شود که پایه اصلی شناخت علمی است. البته باید به محدودیت‌ها و خطاهای محسوسات از جمله «مشاهده» تـوجه داشت. پـردازش اطـلاعات محسوس، در مغز و با کمک ابزارهایی از جمله ریاضیات انجام می‌شود اما مغز و ریاضیات نیز محدودیت و خطاهای خود را دارد. در روش آزمایش عملا وارد می‌شویم و و پدیده را مورد سنجش قرار می‌دهیم.

یکی از مهم‌ترین شاخه‌های علوم جدید اندازه‌گیری است که به معرفت کمّی

منتج می‌شود. امروز درجه حرارت ۱۰ درجه سانتیگراد است. دو میهمان داریم. یکی از مناطق حارّه آفریقا و دیگری از اسکیموهای ساکن قطب. میهمان آفریقایی سردش می‌شود و می‌گوید هوا خیلی سرد است. اسکیمو گرمش می‌شود و می‌گوید چه هوای گرمی. نحوه نگاه کردن «خودمحور» به طبیعت همیشه راه را برای خطا باز می‌گذارد. اکنون در نظر بگیریم هدف گردهم آیی برگزاری کنفرانس فیزیک است و هر دو میهمان فیزیکدان هستند. هر دو میهمان مستقل از حال شخصی به مساله برخورد می‌کنند. فیزیکدان آفریقایی ممکن است کت گرم خود را پوشیده و دکمه‌ها را ببندد اما خواهد گفت هوا ۱۰ درجه سانتیگراد است. فیزیکدان اسکیمو در حالی که از شدت گرما گره کراوات خود را شل می‌کند می‌گوید هوا ۱۰ درجه سانتیگراد است. نگاه ابزارمحور. دستگاه مقایسه خارج از آن دو، آنان را به توافق می‌رساند.

ریاضی

ریاضیات سنتی بر پایهٔ اصول بنا شده و مملو از قضایاست. اگر اصول را بپذیریم، آنگاه قضایا اثبات کردنی است. در شروع یک کتاب ریاضی محض را باز کرده و یک قضیه را انتخاب می‌کنیم. فرقی نمی‌کند کدام کتاب یا کدام قضیه را انتخاب کرده‌ایم. می‌دانیم که ریاضیات سنتی دارای سه مشخصهٔ «تعاریف» و «اصول» و «قضایا» است. قضایا اثبات کردنی هستند اگر اصول را بپذیریم، یعنی تقریبا در تمام موارد این قضیه دارای شکل کلی زیر است.

قضیه: اگر شرایط مشخص «A» و «B» دقیقا و کاملا برقرار و ارضاء باشد آنگاه با استفاده از یک مسیر مشخص مانند «P» و باقاطعیت می‌توان اثبات کرد که نتیجهٔ نهائی «Q» صحیح است. حتا می‌توان قضیه را ساده‌تر بیان کرد و گفت: اگر «A» و «B» پس «Q».

این‌جاست که تازه سوآلات فراوان فیزیک‌دان شکاک که حاضر به پذیرش

اثبات‌نشده‌ها و اندازه‌گیری‌نشده‌ها نیست شروع می‌شود: چه‌گونه می‌توانم بدانم شرایط A و B دقیقا و کاملا برقرارند؟ هیچ‌گونه مشاهده و اندازه‌گیری نمی‌تواند به من تا آن حد «بگوید». مگر من محدودیت‌های اندازه‌گیری‌های خود را در قضیهٔ متر کردن پارچه نیازمودم؟ تنها چیزی که می‌توانم بدانم این است که در بهترین حالت A و B «تقریبا» ارضاء شده‌اند تازه آن هم در داخل یک محدودهٔ مشخص تقریب‌ها و خطاها. در این صورت این قضیه، صرف نظر از عناوین دهان‌پرکن احتمالی‌اش، چه چیزی را می‌تواند اثبات کند؟

یک خطای بسیار کوچک در A یا B می‌تواند به‌وجودآورندهٔ یک خطای کوچک یا بزرگ در نتیجهٔ نهائی Q گردد و از آن بدتر، خطای A و B ممکن است در Q چنان خطای عظیمی ایجاد کند که آن را کاملا از کار بیندازد یا از بین ببرد.

به بیان دیگر ناظری که با سه حادثهٔ 'A و 'B و'Q سر و کار دارد چه‌گونه می‌تواند بداند که A بر 'A و B بر 'B منطبق است؟ او در بهترین حالت دارای خطای اندازه‌گیری یک کوانتوم خواهد بود.

از آن‌جا که خطاهای جزئی در «علت» گاه باعث ایجاد خطاهای کلی در «معلول» می‌گردد وضع 'Q کاملا نامشخص بوده حتا تشابه آن با Q نامحقق خواهد شد. و از آن‌جا که Q شناخته شده و قابل اندازه‌گیری نیست ما هرگز نخواهیم توانست والدین 'Q را بشناسیم A یا 'A ؟ ، B یا 'B ؟ و قادر به مقایسهٔ 'Q با Q نیز نیستیم.

تازه هنوز این بحث کامل نیست مگر این که مسالهٔ «پایداری قضیه» مورد تحقیق قرار گیرد که آن خود داستان جداگانه‌ای دارد. به طور خلاصه برخلاف نظر ارستو، از نظرگاه فیزیک ـ ریاضی مدرن، تمام قضایا دارای سطوح مختلف ناپایداری هستند. فراموش نکنیم که ریاضیات ما، بهترین و کامل‌ترین ساختمان است. اگر ریاضیات دارای محدودیت‌هایی به این شکل است چه‌گونه می‌توان «است»هایی با مفهوم مطلق را در سایر جاها به کار برد؟

در الاهیات و عرفان و هنر و شعر و شاعری و مقولاتی از این دست به سهولت «است» را به کار می‌بریم چون با پیش‌فرضی ساده‌انگارانه پذیرفته‌ایم که راجع به «خود» اطلاعات داریم بدون آن‌که توجه کنیم این اطلاعات نه تنها کامل نیست بل‌که در بسیاری زمینه‌ها کافی هم نیست.

حال فرض کنیم می‌خواهیم در بارهٔ وجود یا عدم وجود «چیزی» بیندیشیم یا بحث کنیم. به عنوان مثال کلی‌ترین حالت یعنی «مطلق هگلی» را برداریم تا بحث‌مان شمول عام یابد (در مورد واجب‌الوجود حساسیت برانگیز صحبت نمی‌کنم). در این هنگام، حتا اگر نخواهیم، اسامی دیگری برای موضوع منتخب به ذهن‌مان متبادر می‌شود: «حقیقت» و «خیر» و این گونه امور. اما از آن‌جا که بحث کنونی‌مان در محدودهٔ فلسفه علوم جریان دارد، برای پرهیز از بر انگیختن حساسیت‌ها، به همان «مطلق هگلی» بسنده کنیم.

ما حتا در این مرحله متوقف نمی‌شویم و برای این اسامی که خود به گونه‌ای صفت هستند صفات دیگر نیز قائل می‌شویم: مطلق ضروری، حقیقت مطلق، خوبی فراگیر، و امثال این‌ها. بدون این‌که توجه کنیم که خود «صفت» صرف‌نظر از این که از نظر دستوری و Syntax از چه نوع باشد، در هر حال نسبی است و به پدیدهٔ نسبی غیر فراگیر ـ به کثیر ـ دلالت می‌کند. «A از B بهتر است» ضمن خیلی چیزها به مطلق نبودن A دلالت می‌کند.

در جملهٔ «A بهترین است» اگر چه وضع A از مشابه خودش در جملهٔ قبلی بهتر است (ظاهرا به مطلق نزدیک‌تر است) اما هنوز بسیار از مطلق دور است. ساختار این کلام به «کثرت» دلالت می‌کند. فاصلهٔ هردو A در جملات بالا تا مطلق به یک اندازه است (در عمل بی‌نهایت است) درست همان گونه که فاصلهٔ ما در این هواپیما با کهکشان آندرومد همان مقدار است که فاصله‌مان از روی زمین تا آندرومد. این اختلاف مکانی که در مقیاس زمینی قابل توجه است در مقیاس کیهانی رخ نمی‌نمایاند.

اما صفت مطلق مشمول یک سلسله مقررات دیگر است. وقتی می‌گوییم «A

خوب است» در حقیقت یک کارخانهٔ بی‌نهایت بزرگ را به حرکت در آورده‌ایم. آمدن A در این جمله بـه مـعنای شـناخت آن است و دیـدیم کـه آن دست نمی‌دهد مگر با اندازه‌گیری‌های بسیار بسیار بسیار زیاد (اگر نخواهیم از لفظ بی‌نهایت استفاده کنیم ناگزیر بـه نـوشتن سـلسلهٔ بسـیارها مـی‌شویم) و بـا تقریب‌هایی که به هر حال صفر نیست.

درک معنای کلمهٔ «خوب» از معضلات اصلی روان‌شناسی کودکان است اما ما با چه سهولتی آن را به کار می‌بریم! در هر حال وقتی می‌گوییم «خوب» به این معناست که ما معنی آن را می‌دانیم یعنی آن را در دل‌مان داریم. حال با الهام یا تمرین (تربیت) یا به هر وسیلهٔ دیگر «حتا با خواب‌نما شدن» اما (و چه امائی!) دیدیم که خود این معنی در واقع یک پدیدهٔ کمّی الکتروشیمیایی است و از جنس غیر آن نیست یا اگر باشد به شناخت در نمی‌آید. پس نهایتا می‌ماند کلمهٔ «است» که اصل مشکل است و موضوع گفتگوی حاضر. پس هنوز سر جای اول هستیم و جملهٔ «A خوب است» از جنس جملهٔ «فلان‌چیز فلان‌طور است» به نظر می‌رسد.

در جستجوی «مطلق هگلی» مشخص می‌شود که در واقع در مورد موجودی صحبت می‌کردیم (یادمان باشد خود «موجود» یک نوع صفت است) که در باور ما مطلق است و سنجش با ابزارهایی که ما ناگزیریم برای شناخت به کار بریم نشان می‌دهد که دارای اسم، صفت، قید و فعل نیست و نه تنها آن، که دارای ضمیر هم نیست و نمی‌توان با یک نوع ضمیر آن را نامید.

اصولا کلمات بشری (ابزار منطق) برای صحبت در بارهٔ مطلق ساخته نشده و به همین جهت برای این منظور مناسب نیست. این کلمات برای انجام امور روزمره اختراع شده. برای بحث در بارهٔ «مطلق» زبان‌های بالاتر مانند منطق ریاضی ضروری است.

برای نامیدنش اگرچه کاربرد ضمیر به‌مراتب بهتر از اسم به‌نظر می‌رسد اما در واقع فرقی نمی‌کند. فاصلهٔ «ضمیر» با مطلق همان‌قدر است که فاصلهٔ «اسم»

و در هر حال این فاصله بی‌نهایت است.

اعمال و رفتار مطلق هگلی نیز، اگر فعلی داشته باشد، از جنسی نیست که به شناخت در بیاید. آیا اعمال خود ما به شناخت آن باکتری که روی دست ما لحظه‌ای می‌زید سپس به سرعت می‌میرد در خواهد آمد؟

در این‌صورت ما به نوعی سکوت می‌رسیم زیرا «مطلق» بر ما محیط است و نمی‌تواند در ما محاط باشد. ما با ابزارهای نسبی و با اندازه‌گیری‌های نسبی می‌خواهیم چیزی را مورد شناسائی قرار دهیم که از قبل معتقدیم مطلق است. این نشدنی است. برای این که شدنی باشد ناگزیریم در یکی از دو راه قدم برداریم:

الف) فکر کنیم موضوع مورد مطالعه مطلق نیست و نسبی است و می‌تواند تاحدودی به شناسائی در آید. این از نظر علمی روش خوبی است (در واقع شاید تنها روش هم هست) اما اشکال اصلی‌اش این است که از نظر هگل کفر محض است. اگر برای شناسائی مطلق، در قدم اول ناگزیر باشیم مطلق بودن را از او بگیریم دیگر برایش چیزی باقی نمی‌ماند. بنابراین به دنبال این کفر هگلی نرویم.

ب)اصولا دنبال شناخت از نوع اندازه‌گیری‌ها و شناخت کمّی نرویم و قضیه را به حس و حال و الهام و روح و عرفان و شعر و شاعری واگذاریم. اما خود حس و حال و الهام و روح و عرفان و شعر و شاعری هم الکتروشیمیایی است. پس عملا در این مسیر داریم می‌گوییم برای شناخت باید نشناسیم.

هر دو این مسیرها نشان می‌دهد که درهای مطلق (اگر دری موجود باشد) به‌روی انسان نسبی بسته است و دیدن مطلق ممکن نیست مگر این‌که مطلق خود بخواهد که خود را به انسان نشان دهد. اما «مطلق» برای این‌که خود را به شناسایی ما در آورد فقط دارای یک راه است: ما را ارتقاء بخشد یا Upgrade

کند و بگذارد ما نیز مطلق شویم. اما این که ما مطلق نیستیم (قادر به شناسایی او هم نیستیم) نشان می‌دهد که جهان «کثیر» است و در وحدت نیست. حال آیا در کثرت می‌شود دارای مطلق هم بود؟ جواب این سوآل به کنار، حتا طرح این سوآل یک کفر هگلی خطرناک است. برای گریز از این وضع باید دید در مورد این بن‌بست ابدی چه می‌توان کرد؟ هیچ.

ما این مسیر را از آغاز به غلط پیموده‌ایم. اختلاف ما با مطلق به‌کنار، اختلاف‌مان با موجوداتی که یک تریلیون مگاهرتز سرعت هوشی دارند یا با موجوداتی که یک تریلیون مگابایت ظرفیت حافظهٔ جاری دارند اختلاف گوشت کوبیده با اجسام کامل افلاتونی است.

مسیر دانش‌های نوین نشان می‌دهد که این آزمایشات ذهنی را هر قدر دقیق‌تر کنیم به حل معضل نزدیک نشده‌ایم فقط جزئیات مشکل‌زا مانند فواره فوران می‌کند.

اگر قرار است مسائل ما، حتا با شیوه‌ای که به آن «علمی» می‌گوئیم حل نشود، به ناگزیر تمایل پیدا می‌کنیم بپرسیم پس آن چیست که ما به آن علم می‌گوییم؟ این سوآلی است که در طول تاریخ، ساده‌انگارانه خیال کرده‌ایم پاسخش را می‌دانیم. شاید به این دلیل که «علم» در آن واحد هم خود «وقوف» و هم «ابزار وقوف» است.

امروزه در مورد علم و احکام علمی تحقیقات بسیار شده و نتایج بسیار مهمی به دست آمده است. به عنوان نمونه امروزه مشخص شده حکم علمی آن است که غیر از مشاهده پذیری یا تجربه‌پذیری، ابطال‌پذیر هم باشد. کل «جهان شناختی» علم است و این علم ابطال پذیر است، در این صورت چنین علم یا شناختی که بالاخره روزی باطل خواهد شد چه‌گونه می‌تواند به مسالهٔ «حقیقت مطلق» راه ببرد؟ به راستی چه‌گونه توقع داریم با یک‌چنین اندازه‌گیری به اطلاعاتی از جنس «است» برسیم؟

جنس ما و اطلاعات‌مان به گونه‌ای‌ست که یا اجازهٔ حضور به حقیقت مطلق

نمی‌دهد یا در صورت وجود، اجازهٔ شناخت آن را به ما نمی‌دهد و این بحث نه تنها بی‌فایده بل‌که مضر است. ما اگر خیلی به «حقیقت» نیازمندیم ناگزیریم که آن را در بیرون نجوییم (که یا نیست یا نمی‌توانیم پیدایش کنیم) بل‌که در درون خود آن را بسازیم حتا اگر این کار تقلب باشد یا حتا اگر آن‌چه در درون ماست شایستهٔ نام حقیقت طبیعی نباشد و ناگزیر باشیم آن را حقیقت مصنوعی بنامیم.

اگر «شناخت» آن است که به «است» منتهی شود، نوع جهان‌شناختی ما به‌گونه‌ای نیست که اصولا به شناخت منتهی شود. از آن‌جا که این «است» به وضوح در محدودهٔ تقریب‌های ما محدود است، مطلق «دور» است. در حالی‌که اگر به حقیقت نیازمندیم حقیقت دست‌ساخته و مصنوعی «نزدیک» ماست.

دیدیم که اطلاعات «کمّی» تا حدودی لق است و پایش می‌لنگد اما با این وصف «خاطرجمع» است. ما به چیزی که می‌شماریم بیش از هر چیز دیگر اعتماد داریم. «فقط قابل شمارش قابل اعتماد است» برای همین هم هست که بسیاری کسان که به نظرمی‌رسد باید فقط به دنبال کیفیت و معنا باشند در واقع به دنبال کمیات قابل شمارش هستند و روی آن‌ها حساب باز می‌کنند. اهل معنا و کیفیات هم (به ویژه؟!) به ارقام و حساب‌های بانکی‌شان (کمیات قابل شمارش) بیش‌تر اعتماد می‌کنند.

علوم طبیعی در این مورد حکم قطعی (محصور در تقریب) خود را صادر کرده است. طرح مسألهٔ «مطلق» موضوع ندارد و مفید نیست. جنس جهان شناختی ما و در نتیجه جنس خود ما به‌گونه‌ای است که اجازهٔ دخول به مقولهٔ مطلق را نمی‌دهد و به این ترتیب هیچ «است»ی آن‌قدر که در لحظهٔ نخست به نظر می‌رسد «است» نیست.

به این ترتیب نوع جهان‌شناختی ما به‌گونه‌ای نیست که اصولا به «شناخت» منتهی شود در این‌جا منظور از شناخت آن است که ما با پیش‌فرض و پیش‌داوری و به صورتی بیان نشده و مدون نشده پذیرفته‌ایم، یعنی شناخت

مطلق.

شناخت انسان از جنس کمّی کردن کیفیات به منظور قـابل شـمارش کـردن آن‌ها در ساختمان ریاضی است. اما پایه‌های خود ساختمان ریاضی به اعتبار قضیهٔ گودل و کارهای دیگران بر سرزمین چـندان مـحکمی‌اسـتوار نـیست. درست به همین جهت است که بخش اعظم (یا اصلی) هنر، عرفان، وامثال این‌ها در ندانستگی رخ می‌دهد. این نوعی اهانت یا شوخی نیست، این نوعی شیوه است. برای دانستن هنر بـاید نـدانست و بـرای دانسـتن عـرفان بـاید ندانست و...

اما این شیوه چه‌گونه عملی می‌شود؟ توضیح همین مقوله است که دوباره کار را خراب می‌کند یعنی مـا را بـه تـوضیح نـدانسـتگی از طـریق دانسـتگی (و بالعکس) می‌کشاند. اما بکوشیم تا ببینیم عملا تا کجا می‌توانیم پیش برویم.

گفته‌اند تنها راه حل این امر تمرین است. یعنی برای شناخت و باور، اول باید باور را تمرین کرد اما برای تمرین باید قبلا شناخت و باور داشت. اگر «تمرین عملی» تنها وسیلهٔ رسیدن به «باور واقعی» باشد در آن صورت همهٔ «باور»ها می‌توانند مشروعیت اعتباری یکسانی را ادعا کنند. به‌این ترتیب ما وارد مسألهٔ مرغ و تخم مرغ شده‌ایم و برای فرار از یک تـناقض بـه دام تـناقض دیگـر افتاده‌ایم. پس فایدهٔ بحث مطلق چیست؟ فایده‌اش را باید از کسانی پرسید که فایده‌اش را می‌برند.

کاربرد «است» با هر اندازه خطا، به هر حال یک نـاگـزیری بشـری است و می‌توان با شمارش «است»ها و «نیست»های همین مـطلب ایـن سـخن را محک زد. مسالهٔ اصلی این است کـه در هـر حـال هـیچ «است»ی آن‌قـدر «است» نیست که بتوان برایش دلی آزرد. اما تصویر به این تاریکی و نومیدی هم نیست. برای نمایش بی‌نظمی و آشوب فاجعه‌بار جهان و بررسی مشکلات این نسبی‌های ناقص، شاخه‌های جدیدی از علوم ابداع شده که مهم‌ترینش را باید در ریاضیات جست. اتفاقا نام‌های انتخابی این شعب جـدید خـیلی هـم

بی‌مسما نیست: «تئوری‌آشوب» که به هندسهٔ جدیدی انجامید و «تئوری فاجعه» که جبر جدید است. آمار و احتمالات که روزگاری نه چندان دور جزئی از ریاضیات بود امروزه کاملا مستقل شده است. امروزه قوانین آماری بر بخش‌های بزرگی از تفکر بشر حکمرانی می‌کند.

ناپیوستگی یا پیوستگی

از مسائل مهم ارستویی که همراه با «علت و معلول»، «جبر و اختیار»، «ظرف و مظروف» و در کنار آن‌ها نام برده می‌شد، مسالهٔ «اتصال و انفصال» بود که در مورد آن بسیار گفته شده است.

تلاش بشر برای شناختن جهان، از بعضی جهات محدود به‌حدودی است، مثلا بشر نمی‌تواند برای شناخت جهان، از جهان بیرون رفته از خارج به‌آن بنگرد. این تنها به‌دلیل امکانات محدود بشر نیست، در حقیقت چیزی به‌نام بیرون جهان وجود ندارد، آن‌چه هست داخل جهان است، پس بشر ناگزیر است که از داخل خود جهان، خواص ناحیه‌ای جهان را کشف کرده آن‌را تعمیم دهد.

اتصال و انفصال پدیده‌های مطلق نیستند و در نتیجه ضدیتی با هم ندارند. این دو پدیده نیز بستگی به‌ناظر و نظرگاه او دارند و قابل تجمیع هستند. یعنی اگر ما بتوانیم یک دستگاه «درصدی» درست کنیم خواهیم توانست هرپدیده‌ای را مثلا «سی و هفت» درصد متصل و «شصت و سه» درصد منفصل بدانیم.

برای بررسی نظرات مختلف باید ناظران مختلف و نظرگاه‌های آنان را مورد بررسی قرار داد. در وقایع زندگی روزمره، مثل ریزش آب از شیر، برای نوشیدن یا شست‌شو، می‌توان مسالهٔ اتصال و انفصال را مورد تدقیق قرار داد. آیا ریزش آب متصل است؟

بیاییم این سوآل را از نظر یک بشر و در نظرگاهی عادی ببینیم. به‌طور معمول

چنین سوآلی برای ما پیش نمی‌آید، چه با یک پیش‌فرض ساده «می‌دانیم» که ریزش آب متصل است. تازمانی که وجه قبض آب را پرداخته باشیم، به‌اندازهٔ کافی آب دراختیار خواهیم داشت.

بررسی دقیق این نحوه تفکر ساده، ضرورت تعریف مجدد تمامی کلمات تشکیل دهندهٔ آن و شیوهٔ کنار هم قرار گرفتن این کلمات را نشان می‌دهد. ارتباط مسالهٔ ریزش آب با سوآل اتصال و انفصال نیز باید به‌زیر مهمیز توضیح کشانیده شود.

در این تفکر، اتصال یعنی این که در یک زمان «نسبتا» معقول مثلا ده ثانیه، بتوان یک لیوان آب از شیر گرفت و در تمام این مدت بتوان آمدن آب را از شیر دید. به‌این ترتیب مفهوم اتصال در این‌جا به‌زمان و چشم بشر مربوط می‌شود، بدون این که حتا برای یک لحظه نیز جایی برای خطاهای آزمایش که سراسر این تفکر را پوشانیده در نظر گرفته شده باشد.

ناظری که می‌تواند تا حدود زیادی به‌دقیق‌تر شدن تصویر ما از ریزش آب کمک کند یک باکتری است که در همان حوالی روی دست خود ما یا در هوای اطراف وجود دارد. آبِ متصلِ مفرحِ گوارا که برای ما حیات‌بخش است برای او چیست؟

به‌عنوان مقدمه باید گفت که مکان او باید بسیار نزدیک به‌جریان آب باشد چه در غیراین صورت هیچ چیز نخواهد دید. پس او را در فاصلهٔ کم و قابل قبولی از جریان زیبای آب درنظر بگیریم. او کوه‌های بسیار بزرگ (قطرات بسیار ریز آب) متحرکی را خواهد دید که با فواصل زیاد (حباب‌های کوچک هوا) از یکدیگر جدا می‌شوند، جنس این تخته سنگ‌های عظیم اگر جامد نباشد، از ماده‌ای با غلظت مادهٔ تشکیل دهندهٔ خود اوست.

غلظت و انفصال به‌کنار، صدای کر کننده و مهیب ریزش کوه‌ها (شرشر زیبای آب) خبر از اتفاقات بسیار ناخوش تخریب جهانِ اطراف می‌دهد.

فرض کنیم که عمر باکتری مزبور پنج ثانیه باشد که این خود فرض چندان غیر

معقولی هم نیست و بسیاری از موجودات میکروسکپی از لحظهٔ تولد تا تقسیم شدن به‌موجودات متشابه (در محیط مناسب) زمان کوتاهی را اشغال می‌کنند. جهان او که برای جهان‌بینی‌اش تلاش زیادی مورد نیاز است از باشکوه‌ترین جهان‌هاست.

حرکت فوق‌العاده آهستهٔ کوه‌های فلزی مذاب (آب گرم) که شاید هرگز و با هیچ دستگاه اندازه‌گیری نیز قادر به‌شناخت سرآغاز و سرانجام این حرکت نشود.

زمانی که باکتری دانش‌مند، به‌تفکر «اتصال و انفصال» مشغول می‌شود و می‌خواهد بداند که جهان متحرک او متصل یا منفصل است، برای خود ناظری در نظر می‌گیرد که از خود او که دارای ساختمان بسیار بغرنج یک سلول با یک ملکول «د. ن. ا.» و مقادیر زیادی ساختمان محافظتی پروتئین است بسیار ساده‌تر باشد.

ناظری که او درنظر می‌گیرد، بسیار کوچک‌تر از خود او و به‌اندازهٔ یک ملکول آب است. طبیعی است که ملکول آب از دور، یعنی از فاصله‌ای که باکتری دانش‌مند ایستاده و در فکر استفاده از جریان این کوه‌های غلیظ سنگی است نمی‌تواند به‌ماجرا بیندیشد، بنابراین او را در فاصلهٔ بسیار نزدیک‌تر قرار می‌دهد، این بار تصویر به کلی دگرگون می‌شود.

ناظر جدید گروه‌های بسیار عظیم موجودات همسان خود را می‌بیند که به‌صورت موضعی و نامنظم و بطئی حرکت می‌کنند (ملکول‌های داخل یک قطره آب) بین این موجودات فضاهای خالی عظیمی وجود دارد.

او جز در صورتی که زمانی بسیار طولانی به نظارت مشغول باشد قادر به‌دیدن فضاهای عظیم خالی بین گروهی (فاصلهٔ بین قطرات) نخواهد شد. در واقع زمان خصوصی او به‌مراتب با زمان خصوصی ما متفاوت است.

حال اگر یک اتم هیدروژن، به‌نظارت ریزش آب مشغول باشد گزارشی بسیار خواندنی تهیه خواهد کرد. در گزارش او از یک منظومهٔ خورشیدی سخن

می‌رود که دارای خورشید بزرگی به‌نام اکسیژن با قدرتی خارق‌العاده بوده که دو خورشید هیدروژن را همراه خود با یک سلسله حرکات خاص نگاه داشته است. زمان خصوصی هیدروژن ناظر با ساعت «گرینویچ» تفاوت دارد. چنین ناظری در صورتی که بتواند تلسکوپ بسیار قوی‌تری از آن‌چه در «پالومار» است بسازد قادر به‌کشف سایر منظومه‌های خورشیدی خواهد گشت.

این ناظر هنوز می‌تواند برای بررسی اتصال و انفصال برای خود ناظری کوچک‌تر مثل یک الکترون درنظر بگیرد. برای این ناظر مسالهٔ ریزش آب مطلقا وجود ندارد، برای او که دارای عمر طولانی است این شانس هست که در طول زندگی صدها نسل خود کشف کند که آدم‌خواران سنگین وزنی هستند (پروتون) که اگر گرفتارشان شود و از افق اتفاق آنان فراتر رود روزگارش به‌سر آمده است، حتا اگر در فاصلهٔ دورتر هم بایستد به‌حرکت گردابی می‌افتد. این بی‌رحمِ همهٔ فضاها (پروتون) در حقیقت حفرهٔ سیاهی است که با دهان سرد مکنده‌اش سر راه او کمین کرده است.

الکترون شجاع، خورشیدهای نوترونی را کشف کرده از فضاهای خالی بعیدی که قوی‌ترین تلسکوپ‌ها نیز قادر به‌نفوذ به‌داخل آن نیست صحبت خواهد کرد. دیدن دنیای زیبای الکترون دانا و شجاع باشکوه است. او تیرهای شهاب (تصادفات ذره‌ای داخل اتم) را خواهد دید که شاید خود نیز یکی از آنان شود. آسمان او که با رنگ‌های مختلف تزئین شده آرام و باوقار است و در او خضوع و خشوع ایجاد می‌کند. او در نهایت تصمیم به‌پرستش این‌همه زیبایی، شکوه و عظمت می‌گیرد، برای او سوآلات بسیاری از جمله «اتصال و انفصال» مطرح است. او که از ساختمان بغرنج درونی خود مطلع است، پیش خود می‌گوید فرض کنیم که ما در این جهان بیننده نبودیم و به‌جای ما یک نوترینو این جهان را می‌دید و...

آری ما ناگزیریم جام خود را بنوشیم و از خود بپرسیم تا منظور ما از اتصال و انفصال چه باشد. به‌این ترتیب حکم قطعی اولیه که متواضعانه آن‌را با فرم

سوآلی «اتصال یا انفصال» صادر کرده بودیم ناصحیح و طنز به‌نظر می‌رسد. این حکم و احکامی از این دست، در نهایت، تنها کاری که خواهند کرد این است که وجود خود ما را به‌عنوان ناظر زیر سوآل می‌برند. «اتصال ـ انفصال» نیز مانند هر مسألهٔ دیگر به‌ناظر مربوط می‌شود. برای بررسی این پدیده می‌توان از ناظران ماکروسکپی هم کمک گرفت. فعلا وارد جزئیات مشاهدات ماکروسکپی نشویم و فقط نظر ناظر و برخی از سوآلات مطروحه را بیان کنیم.

برای بررسی جهان ماکروسکپی غولی را درنظر بگیریم که قد او بسیار بلند و هیکلش بسیار بزرگ باشد، آن گونه که هنگام ایستادن، بلند پروازترین هواپیماها در ردیف چشمان او قرار گیرند. آیا این موجود در مراحل اولیهٔ زیست خود متوجه وجود ما، مورچگان بسیار کوچک خواهد شد و خواهد فهمید آن پشه‌ای (میراژ و فانتوم) که گاه اوقات نیش کوچکی به‌او می‌زند دست‌کار موجود کوچکی است که زیر پایش زندگی می‌کند؟

داشتن چنین غولی برای بسیاری از بررسی‌ها به‌ویژه غور در مسائل اجتماعی بسیار مفید است. برای او مسائلی مثل اتصال ـ انفصال سیاست و مذهب و... چه‌گونه مطرح می‌شود؟ او فاصلهٔ آشیل و لاک‌پشت را چه می‌بیند؟ آیا آشیل و لاک‌پشت مجموعا یک نقطه را تشکیل نخواهد داد؟ در زمانی که این غول یک عمر «طبیعی» می‌کند چند نسل از ما عمر «طبیعی» خواهیم کرد؟

فرض کنیم مکان این ناظر آسمان‌ها باشد. در این صورت، ناظر آسمانی که چندان هم دور از ما قرار نگرفته و هنوز قادر به‌دیدن دنیای ما، این سنگ مدور معلق فضایی است، چه خواهد گفت؟ برای او که در بهترین حد بینایی‌اش اثرات ما روی این کره مانند کپک روی نان جلوه خواهد کرد مسائلی مانند ازدیاد جمعیت و مالکیت زمین‌ها و... چه‌گونه مطرح خواهد شد؟ بیاییم در یک لحظهٔ خلوت در چشم غول خود بنشینیم و به‌زمین بنگریم، آیا غوغای نابه‌جا ما را غمگین نمی‌کند؟ آخر مگرنه فضانوردان، انسان‌هایی که از فضا به‌زمین نگریسته‌اند در مقایسهٔ عظمت، آرامش و سکوت فضا با حقارت،

آشفتگی و غوغای زمین دچار پریشانی‌های روانی گردیده‌اند؟

در واقع اتصال و انفصال نیز مانند هر ابزار دیگری که بشر در دست گرفته در آغاز برای شناخت جهان اطراف به‌کار می‌رفت، تا آن‌جا که پارادوکس زنو به‌وجود آمد، ولی امروز کاربرد خود را به‌عنوان یک وسیلهٔ شناخت جهان از دست داده و تبدیل به‌بت‌خانه‌ای برای پرستش‌های گوناگون گردیده است.

زنو Zeno از اهالی الیا Elea قرن پنجم پیش از میلاد زندگی می‌کرد. او پارادوکس را ابداع کرد. پارادوکس‌ها موارد مصرف علمی و فلسفی یافتند. در پارادوکس زنو دو متحرک داریم که مسابقه دو می‌دهند. آشیل که دونده‌ای پر سرعت و لاک‌پشت که درکُندی شهره است. لاک پشت چند گام جلوتر می‌ایستد و مسابقه آغاز می‌شود و هر دو دونده شروع به حرکت می‌کنند. وقتی آشیل به لاک‌پشت می‌رسد لاک‌پشت مقداری جلو رفته و وقتی آشیل این فاصله را طی می‌کند بازهم لاک‌پشت جلو رفته و... و آشیل هرگز به لاک‌پشت نمی‌رسد.

ساختمان جهانی دانش

بنائی مخروطی شبیه کوه مصنوعی، با معابر متعدد، با پله‌ها و آسانسورهای موضعی، با پنجره‌های بسیار است. کنار هر پنجره انواع وسایل بینائی و اندازه‌گیری وجود دارد تا بینائی معمولی را در هر دو سوی طیف گسترش دهد، به طوری که هم مادون قرمز و قبل از آن را، هم ماوراء بنفش و بعد از آن را بتوان دید. شنوائی را گسترش داده تا بسیار کم‌تر از بیست سیکل در ثانیه و بسی بیش‌تر از بیست‌هزار سیکل در ثانیه را بتوان شنید. تا با این وسایل در هر دو جهان ماکروسکپی و میکروسکپی بتوان تعمق کرد. ابزارهائی که با کمک آن‌ها، خورشید و ستارگان دور، مانند یک آزمایشگاه شیمی قابل شناخت و کار باشند. همین طور جهان کوچک میکروب‌ها و ویروس‌ها. این ساختمان بیش‌تر به برج بابل نقاشی بروگل می‌ماند. بنائی ناتمام که زمان

اتمام آن را نمی‌توان پیش‌بینی کرد، اما می‌توان در مورد مصالح کار، کارگزارن و کارگرانش و در مورد روش ساخت آن توضیحاتی داد.
کل ساختمان به مثابه موجودی زنده و با تمام مشخصات موجود زنده است. انسان‌ها کارگزاران ریزدانه‌ای هستند که به مثابه آنزیم‌های داخلی بدن، در این ساختار کار می‌کنند. اکنون ساختار جهانی دانش، کل زیست را فرا گرفته. بعضی‌ها به آن زیست‌کره می‌گویند.
مصالح کار، سنگ نبوغ و خشت تلاش انسان‌هاست. مصالح متنوع جدید هر روز برای این ساختمان ساخته می‌شود. برای ساختن گِل به خاک و آب نیاز است. برای خاک از خاکستر وجود انسان‌ها استفاده می‌شود و برای آب اشک چشم انسان‌ها به کار می‌رود. ساختمانی است که مصالح آن جز با درد عظیم و رنج بی‌شمار به دست نمی‌آید، اما کار در آن لذتی سکر آور دارد.
کارگران آن انسان‌ها هستند که با دندان‌های برهم فشرده، با بغضی در گلو که به چتر چنگال گشوده می‌ماند و با روحیه‌ای مصمم در تلاش پی‌گیر هستند. در تمام مدت صدائی شبیه به ضربات طبل یکی از سمفونی‌های بتهوون به گوش می‌رسد. این صدای کوبش تلاش انسان‌هاست. تشریح احساس‌های این انسان‌ها به عهدهٔ شاعران است.
عدهٔ کمی از انسان‌ها وظیفهٔ معماری این ساختمان را دارند. آنان معمارهای موضعی یا ناحیه‌ای هستند. میان بازنشسته‌ها می‌شود از ارسطو و نیوتن و میان آن‌هائی که در حال حاضر بر سر کار هستند از اینشتین نام برد.
اوضاع ارسطو از همه جالب‌تر است. مشهورترین فیلسوف یونان باستان. ملقب به معلم اول. شاگرد افلاتون. پس از تلفیق نظرات او با کتاب مقدس به وسیلهٔ الاهیون عیسوی، به ویژه سن توماس آکویناس، مدت پانزده قرن یکه تاز تمامی میدان‌ها بود. علم، حکمت، منطق، سیاست، هنر و هر میدان دیگر. بسیاری از متفکران طول تاریخ فقط به سبب مخالفت با عقاید و آراء او در آتش سوزانده شده‌اند. ارسطو ندانسته و نخواسته، بزرگ‌ترین مانع تفکر بشری

بوده است.

ارستو برای بیان حرکت معتقد بود هر شیئی در جست و جوی مکان طبیعی خود است. مکان طبیعی سنگ روی زمین است پس اگر سنگ را به بالا پرتاب کنیم بر زمین می‌افتد. مکان طبیعی آتش بالا هاست پس آتش بالا می‌رود. ارستو معتقد است حرکت اشیاء هدفمند است و برای رسیدن به مکان طبیعی آن هاست. جای سنگ مرکز زمین است بنابراین سنگ زمین می‌افتد. جای آتش بالاست بنابر این شعله آتش بالا می‌رود.

این ساختمان بنا به خاصیت وجودی‌اش معمار کبیر ندارد. در واقع معمار نهائی این ساختمان خود آن است. باور نکردنی است اما کارفرما نیز خود اوست. این ساختمان دارد خودش را می‌سازد.

نام بردن از خدمتگزاران ساختمان جهانی دانش به خاطر تعداد بسیار زیاد آنان مقدور نیست و آوردن نام سه پیش‌آهنگ فوق‌الذکر نباید به این معنی تلقی شود که دیگرانی با اهمیت کم و بیش یکسان وجود نداشته‌اند. بعضی‌ها بنّای این ساختمان هستند. عدهٔ زیادی به آوردن سنگ مشغولند. این ساختمان تعداد زیادی کارگر ساختمانی برای ساختن ملاط یا برای انجام سایر امور یا برای کمک به دیگران دارد.

همهٔ افراد مستقیما در داخل کار نمی‌کنند. بسیاری در بیرون به ارائهٔ خدمات مشغولند. یک عده برای همه غذا تهیه می‌کنند و یک عده برای همگی کفش می‌دوزند. فقط معدودی از انسان‌ها از ساخته‌شدن چنین بنائی به دست خود مطلع هستند. توده‌ها جریان کلی را نمی‌بینند و مساله برای‌شان به صورت کار روزانه مطرح است. هرکس به کاری سرگرم است. آنان که به کار خود آگاهی دارند با دلی پر امید کار می‌کنند. عده‌ای نیز ناآگاهانه در خدمت کل ساختمان هستند. یک عده در سینه‌کش آفتاب ساخته‌شدن آن را نظاره کرده، اگرچه هیچ کاری نمی‌کنند اما سایرین را تشویق می‌کنند. یک عده جز نق زدن کاری نمی‌کنند. یک عده نیز مستقیما مزاحم کار دیگران می‌شوند: اصحاب خاج و

اصحاب تاج. حوالهٔ مزاحمین با حفره سیاه.

شاید مهم‌ترین نکته، روش ساخت این بنا باشد. شیوه‌های گوناگونی تاکنون مورد بررسی قرار گرفته، تلاش‌های عظیمی در راه آن انجام شده است. سراسر تاریخ علم مشحون این جان‌فشانی‌هاست. تنها روش مناسب که بشر به طور طبیعی و غریزی از آن پیروی کرده، روش «آزمون، خطا و تصحیح» است.

در ساختن این بنا پس از روی هم قرار دادن چند ردیف سنگ و سایر مصالح و پس از آن که جزئی از یک منطقه ساخته شد و سازندگان در ارتفاع بالاتر قرار گرفتند، کارگزاران از راس منطقهٔ خود صحنه را بهتر دیده از بالا تصویر جامع‌تری می‌گیرند. اگر تصویرشان خوب در آمد ادامه می‌دهند اما اگر مناسب تشخیص ندادند یک رج یا دو رج را خراب می‌کنند تا دوباره و از نو بسازند. گاه ناگزیر می شوند تمامی رج‌های منطقهٔ خود را برای بازسازی خراب کنند. اما این بار تقریبا می‌دانند دنبال چه چیز هستند.

گاه اوقات این تخریب و نوسازی در مورد تمام ساختمان رخ می‌دهد. معماران بزرگ‌تر، مجبور به تخریب قسمت‌های اعظم ساختمان یا کل آن می‌شوند تا دوباره بسازند. نیوتن با همین شیوه ساختمان ارستو را و اینشتین با همین ترتیب ساختمان نیوتن را نوسازی کردند.

نکتهٔ مهم این که اساس ساختمان همواره پابرجا بوده است. پایهٔ اصلی آن همین نیاز و علاقهٔ بشر به ساختن آن است. ساختن با این روش به نوعی روی شانهٔ یکدیگر سوار شدن به منظور رسیدن به بلندای اولمپ است.

برخی متفکران یونان باستان

برای این که بفهمیم فرق غرب با شرق چیست بد نیست بگوئیم این فرق از کجا آغاز شده. در یکی از افسانه‌ای‌ترین گفتگوهای مدون، میان فیثاغورس و زرتشت می‌توان این را به وضوح دید. بر طبق این افسانه، فیثاغورس که از

ایران دیدن می‌کند با زرتشت که در اوج شهرت است دیدار دارد.

فیثاغورس: کسانی که آئین نو آورده‌اند مـردم را مـی‌فریبند و در همه جا بلند آوازه می‌شوند.

زرتشت: ای حکـیم فـرزانـه بـه شـهرت و نـام‌آوری مـن رشک می‌بری؟

فیثاغورس: با شهرت تو مشکلی ندارم اما من شیوه‌ی دیگری که هیاهوی آن کم‌تر است اختیار کرده‌ام.

زرتشت: تو «حکمت و فلسفه» را پسندیده‌ای امـا خـرد و دانش خلق در «دین و مذهب» است.

همین گفتگوی خیالی، سرِ چشمه‌ی تفاوت بنیادین اندیشگی غربِ پا بر زمین و شرق آسمانی را باز می‌گوید. غرب از حکمت و فلسفه آغاز کرده اما شرق راه دین و مذهب را ادامه داده است. پا بر زمینی غرب و عوالم عرفانی شرق از همین جا ناشی می‌شود.

شناسایی دقیق‌تر بعضی افراد صاحب اندیشه و شـناختن فـضای فکـری آن روزگار کمک می‌کند.

حکمای هفتگانه

در روزگار تاریک قدیم، صحبت از هفت خردمند، هفت حکیم بوده که همه چیز را شروع کردند. کسی در مورد آن‌ها چیز زیادی نمی‌دانـد امـا بـعضی‌ها می‌گویند حرف‌های خردمندانه‌ی یونانیان از جمله «خود را بشناس» از آن‌ها شروع شده. در باب اسامی این خردمندان روایـات چـنان مـختلف است کـه آوردن همه‌ی آن‌ها تعداد خردمندان ناشناخته را بسیار بیش از هفت می‌کند. دیوژن لائرتیوس از این هفت خردمند نـام مـی‌برد: تـالس، سـولن، بـیاس، پیتاکوس، پریاندر، کلئوبوس، خیلون. البته بلافاصله خود دیوژن چند اسم دیگر را اضافه می‌کند. در مراجع مختلف اسامی گوناگون بـرای حکـمای هـفتگانه آمده اما این مراجع در مورد چهار حکیم اتفاق نظر دارند که عبارتند از تالس،

سولن، بیاس و پیتاکوس که ما به چهار حکیم مورد اتفاق دقیق‌تر می‌شویم.

بزرگان

در یونان باستان در هر رشته ده‌ها و شاید صدها چهره شاخص و پیشرو وجود دارد. پزشکان، ریاضی‌دانان، منجمان، شاعران، نمایشنامه‌نویسان، مورخین، سیاستمداران، قانونگذاران، نظامیان... و آثار به جا مانده‌ی معماری، نقاشی، مجسمه‌سازی و... که از زیر خاک بیرون آورده شده، حیرت‌انگیز است. این آثار در موزه‌های مختلف نگهداری می‌شود. رودخانه‌های بزرگ و خروشان از به هم پیوستن جویبارهای کوچک به وجود می‌آیند. رود خروشان و عظیم فلسفه‌ی یونانی پس از سقرات از سرچشمه‌های کوچک اولیه نشأت گرفته است. هرکدام از حکمای باستانی اعتقاد ویژه داشتند و برای آن استدلال فلسفی می‌کردند. آنان خاک یا آب یا هوا یا آتش را عنصر اولیه می‌شناختند و به اصالت آن اعتقاد داشتند و در جهت اثبات اعتقاد خود استدلال فلسفی می‌کردند. چون امروزه خطای آنان معلوم شده وارد جزئیات استدلال فلسفی آنان نمی‌شویم. به قول سیسرون سیاستمدار و فیلسوف رومی (۴۳–۱۰۶ ق.م.) «هیچ چیز پوچ و بی‌معنی نیست که در کتاب‌های فیلسوفان پیدا نشود...بدون تردید فیلسوفانی هستند که همه‌ی اقسام حکمت به‌جز عقل سلیم را دارا هستند». در اینجا فقط به برخی چهره‌های یونان تا زمان سقرات می‌پردازیم. فیلسوفان اولیه دو شیوه‌ی جدید و بی سابقه را به طور همزمان به کار گرفتند:

۱ – تلاش کردند جهان را با استفاده از عقل خود بدون ارجاع به دین درک کنند.

۲ – به سایرین بیاموزند که از عقل خود استفاده کنند.

انسان یونانی همیشه جهان را به دیده‌ای تیزبین‌تر از دیگران نگریسته است. داستان بزرگان یونان را با دو شاعر شروع می‌کنیم.

هومر Homer **۹۰۰** ق.م.

افلاتون می‌گوید در زمان او بیش‌تر مردمان هومر را مربی همه‌ی یونانیان می‌دانستند. تقریبا هیچ نکته‌ی دقیقی از زندگی این شاعر بزرگ معلوم نیست. احتمالا نُه قرن قبل از میلاد مسیح یعنی تقریبا سه هزار سال پیش می‌زیسته. دو کتاب ایلیاد و اودیسه منتسب به اوست که یا خود نوشته یا دیگران را نویسانده. این دو کتاب اولین منابع شناخته شده فرهنگ یونان باستان است. تمام فرهنگ یونان و به دنبال آن فرهنگ جهان غرب از این دو کتاب سرچشمه گرفته. این کتاب‌ها بارها و بارها به زبان‌های مختلف ترجمه شده است. راز اصلی عظمت این کتاب‌ها بیان شاعرانه‌ی آن‌هاست. برای ما که در فارسی کتاب مهم شاهنامه را به شعر داریم درک این راز چندان دشوار نیست. برای شناسایی هومر و آثارش هزاران کتاب و مقاله و نمایش و نقاشی و فیلم و موسیقی تولید شده است. شهر «تروا» در آسیای صغیر، غرب ترکیه‌ی کنونی، مورد تهاجم یونانیان قرار می‌گیرد. ده سال تمام محاصره می‌شود تا بالاخره با حیله‌ی اسب چوبی تسخیر می‌گردد. داستان جنگ‌های تروا و قهرمانان این جنگ‌ها موضوع کتاب ایلیاد است. یکی از این پهلوانان اودیسه (یا اولیس) است که در بازگشت به سرگشتگی‌ها از جمله دوزخ‌گردی دچار و با مخاطرات روبرو می‌شود و کتاب اودیسه شرح آن احوالات است. اودیسه اسم یونانی و اولیس اسم لاتین اوست.

هزیود Hesiod **۸۰۰** ق.م.

بعد از هومر مشهورترین شاعر باستانی یونان است که در قرن هشتم می‌زیسته. دنیایی که هزیود تصویر می‌کند غیر از دنیای اشرافی هومر است. او با زندگی زمینی آدمیان ارتباط دارد و کارهایش حاوی شرحی جاندار از زندگی روستایی در سرزمین اصلی یونان در اواخر قرن هشتم است. اشعار تأثیر گذار این شاعر ساختار منظمی دارد. از او دو کار بزرگ تا امروز باقی مانده. اولی به خدایان و اسطوره‌ها می‌پردازد و دومی کار و روزگار برزگران را تشریح می‌کند.

آرشیلوخوس Archilochus **۶۸۰-۷۲۵** ق.م.

شاعر تغزلی که در ضمن برای سرودن اشعار طنزآمیز شهرت داشت. او نه تنها شرایط بد جامعه و افراد مسئول را استهزا می‌کرد بل‌که حتا خـود را نـیز مسخره می‌کرد.

آلکائوس Alcaeus **قرن هفتم** ق.م.

شاعر تغزلی قرن هفتم که در جزیره‌ی لسبوس به دنیا آمد و همانجا از دنیا رفت.

آلکمن Alcman **قرن هفتم** ق.م.

شاعر تغزلی قرن هفتم

پیتاکوس Pittacus **۵۶۸-۶۴۰** ق.م.

یکی از ژنرال‌های باستانی ارتش و یکی از هفت خردمند بـاستانی بـود. اهل میتیلنه Mytilene بود و جـبار جـزیره‌ی لسـبوس را سـرنگون کـرد. از گفته‌های اوست: «نیک بودن دشوار است».

سافو Sappho **۵۸۰-۶۴۰** ق.م.

تاریخ تولد و مرگ این زن بزرگ دقیقا معلوم نیست، شاعری که زیـبایی نوشتارش مورد ستایش همگان قرار داشت. او از تمام شاعران هم عصر خود پیش افتاد. زبان زیبایش با خواننده صمیمی حتا خودمانی می‌شد و خواننده را درگیر می‌کرد. در خانواده‌ای آریستوکرات و ثروتمند متولد شد، ازدواج کـرد و صاحب یک دختر شد.

افسانه‌های فراوانی در مورد زندگی او وجود دارد. از آن‌جـا کـه جـامعه‌ی یونانی آن دوران به شدت مردسالار بود، خانم‌های جزیره‌ی لِزبُس (Lesbos) مجالس تمام زنانه ترتیب می‌دادند. شعر می‌خواندند، ساز می‌نواختند و حرکات موزون انجام می‌دادند، می‌رقصیدند و می‌نوشیدند و شادمانی مـی‌کردند. بـه همین جهت خانم‌هایی که به یک‌دیگر تمایل دارند منتسب به این جزیره و «لزبین» خوانده می‌شوند.

از آن‌جا که اشعار سافو پرده‌درا بود، مسیحیان آثار او را کفرآمیز و خلاف اخلاق تشخیص دادند و سوزاندند. امروزه اندکی از شعرهای او باقی مانده اما احتمال دارد نسخه‌ی کامل آثار سافو در گنجینه‌ی محرمانه‌ی واتیکان باقی مانده باشد زیرا کاردینال‌های واتیکان یک نسخه از آثار کفرآمیزی را که می‌سوزاندند در کتاب‌خانه‌ی مخصوص نگه‌داری می‌کردند.

سافو در حدود ۵۸۰ خود را از صخره‌های مرتفع لوکادین(Leucadian) در جزیره‌ی لِزبُس واقع در آسیای صغیر، به پایین پرت و خودکشی کرد. این اولین خودکشی اهل قلم به شمار می‌آید.

خودکشی سافو تأثیر عمیقی بر هنرمندان اروپایی گذاشته و نقاشان از زوایای مختلف آن را به تصویر کشیده‌اند.

سولن Solon **۵۵۸-۶۳۸** ق.م.

یکی از حکمای هفتگانه‌ی اولیه‌ی یونان است. سولن اولین قانونگزار مترقی یونان بود. بسیاری از قوانین او بعدها اجرایی شد. شروع دموکراسی، لغو برده داری، آزاد سازی زمین‌های کشاورزی و لغو رباخواری رسمی از قوانین اوست. اشعار سولن مهم‌ترین و استوارترین ستون تربیت آتنی بود و پسران آنها را در دبستان‌ها از بر می‌کردند. بسیاری سولن را در عمل سر چشمه‌ی حرکت مترقی یونان می‌دانند.

تالس Thales **۶۲۴-۵۴۶** ق.م.

شاید به عنوان اولین فیلسوف و منجم و ریاضی‌دان یونان باستان باید از تالس نام برد که احتمالا در سال ۶۲۴ به دنیا آمد و در سال ۵۴۶ در سن ۷۸ سالگی درگذشت. فیلسوفی به طنز گفته «گویا تالس ناگهان از آسمان نازل شد و به محض برخورد با زمین گفت: همه چیز از آب ساخته شده». تالس دانش شرق مدیترانه را تحصیل کرد و هندسه و نجوم می‌دانست. او معتقد بود اساس هستی آب است. تالس کسوف ۲۸ ماه مه سال ۵۸۵ را پیش‌گویی کرده بود. از تالس به عنوای یکی از هفت خردمند یونان باستان یا حکمای هفتگانه

نام می‌برند. دیوژن لائرتیوس فرمول مهم «خود را بشناس» را از تالس می‌داند اگر چه دیگران اسم دو حکیم دیگر را برای این فرمول ذکر می‌کنند. حتا بعضی حکما خودشان مدعی آوردن این فرمول و مالکیت آن شده‌اند. در هر حال فراموش نکنیم که شهرت این فرمول مدیون سقرات است. هیچ کدام از نوشته‌های تالس باقی نمانده است. ارستو در کتاب سیاست برای نمایش ارجحیت فلسفه بر امور اقتصادی، به تالس دانش‌مند و فیلسوف اشاره می‌کند که چون به او اعتراض کردند و فقر او را نشانه‌ی بی‌فایده بودن علم و فلسفه‌اش برشمردند دست به کار شد و از آن‌جا که هواشناسی می‌دانست دریافت که سال بعد باران فراوانی خواهد بارید و درختان زیتون بارور خواهند شد. تالس تمام دست‌گاه‌های روغن‌کشی را به بهای نازل برای سال بعد اجاره کرد و در فصل زیتون که همگان طالب دست‌گاه‌های روغن‌کشی بودند به بهای گزاف اجاره داد و ثروت اندوخت و نشان داد که فیلسوف و دانش‌مند اگر بخواهد می‌تواند در امور اقتصادی و معیشتی نیز حرفی برای گفتن داشته باشد اما وقت گرانبهای خود را برای این امور صرف نمی‌کند.

آناکسیماندر Anaximander **۵۴۷-۶۱۰** ق.م.

متفکر مهم قرن ششم که اغلب او را به عنوان بنیان‌گذار علم نجوم می‌نامند. نخستین متفکری است که به گونه‌ی روش‌مند فلسفی به جهان نگاه می‌کند و پیش‌گام آورندگان ساختار فلسفی جهان یا جهان‌شناسی است. شاگرد تالس بود. نوشته‌های متعدد او در باب جغرافیا، نجوم و کیهان‌شناسی تا قرن‌ها بعد وجود داشته اما امروزه از بین رفته است. آناکسیماندر با بهره وری از هندسه و ریاضیات موفق به ترسیم نقشه‌ی جهان شناخته شده‌ی آن روزگار می‌شود. از تنها جمله‌ی باقی مانده‌ی او می‌توان استنباط کرد که معتقد به اصالت آب و آتش با هم بوده است.

بیاس Bias **۵۳۰-۶۰۰** ق.م.

اهل پرینه Priene و یکی از هفت خردمند یونان باستان است. در مورد

تاریخ تولد و وفاتش مانند بقیه‌ی حکما و بزرگان ارقام مختلف ضبط شده اما در هر حال متعلق به قرن ششم است. بیش‌تر نقش وکالت دعاوی را داشته و اغلب پیروز می‌شده است.

فیثاغورس Pythagoras **۵۸۰-۵۰۰** ق.م.

فیلسوف، ریاضی‌دان، موسیقی‌دان یونان باستان و بنیان گذار مکتب و مذهب فیثاغورسیان است. یکی از بزرگ‌ترین استعدادهای ریاضی و بنیانگذار صداشناسی است. ریاضیات به عنوان استدلال استنتاجی با او شروع می‌شود. هیچ کدام از نوشته‌های او باقی نمانده اما او بیش‌ترین تأثیرات را بر فضای علمی و فکری داشته است. او نخستین کسی است که خود را دوستدار دانش (فیلسوف) نامید. فیثاغورس معتقد بود «همه چیز عدد است» و با اعداد زندگی می‌کرد. موسیقی می‌دانست و ارتباط علمی بین طول سیم ساز با صدای تولید شده یعنی وابستگی ارتفاع صوت با طول تار را کشف کرد. بزرگ‌ترین کشف او رابطه‌ی طول اضلاع مثلث قائم‌الزاویه است.

آلکمایون Alcmaeon **قرن ششم** ق.م.

اطلاعات اندکی در مورد او وجود دارد. پزشک و فیلسوف و دانش‌مند علوم طبیعی و پدر روانشناسی تجربی و روانپزشکی است. در مورد تاریخ تولد و مرگ او اطلاع دقیقی در دست نیست.

اَئِزوپ Aesop **قرن ششم** ق.م.

نویسنده و گردآورنده‌ی قصه‌ها و افسانه‌های یونان. بر مبنای نوشته‌ی هرودوت مورخ مشهور یونان، آئزوپ در قرن ششم زندگی می‌کرده و جزو بزرگان بوده است. پلوتارک Plutarch (46BC-125AD) دیگر مورخ یونانی او را جزو مشاوران حکومتی قرار می‌دهد.

کلیستن Cleisthenes **۵۷۰-۵۰۸** ق.م.

کلیستن در قوانین سولون تغییراتی به وجود آورد که به پیاده شدن کامل دموکراسی یونانی منجر شد. در دموکراسی اقلیت یونان هیچ زن، هیچ برده یا

هیچ خارجی ساکن آتن حق رأی نداشتند اما قدرت در دست مردم عادی بود و این سبب اقتدار روزافزون آتن گردید.

کسنوفانس (کسنوفون) Xenophanes **۴۷۸-۵۷۰** ق.م.

در حدود سال ۵۰۰ در جاده‌های یونان رهگذران به نوازنده‌ی سالخورده‌ی دوره‌گردی برخورده‌اند که با قامتی کشیده راه می‌پیمود و بنده‌ای به دنبالش روان بود که کیتارا (ساز با ۹ سیم) و اندک وسایلی به پشت می‌کشید. او اولین موحد شناخته شده است که خدای واحد را مقابل خدایان گوناگون هومر و هزیود قرار می‌داد و می‌گفت آموزش خدایان هومر و هزیود جز دزدی و زنا و فریب دادن یکدیگر چیز دیگری به مردم نمی‌آموزد. شاعر و متفکر دینی و سرآغاز و پیش درآمد و طلیعه و زمینه‌ساز و پیام‌آور متقدم مکتب فلسفی الئاتی یونان باستان. او پیروان چندخدایی را استهزاء می‌کرد و در مورد خدای واحد سخن می‌گفت. ایرانیان در سال ۵۴۵ بر شهر کولوفون (Colophon) غلبه یافتند و با احتمال زیاد کسنوفانس به دست ایرانیان از شهر خود تبعید شده است. او اشعار خود را به شیوایی می‌خواند و فلسفه‌ی او که به روانی در اشعار نواندیش دینی بازتاب می‌یافت تأثیر شگرفی بر فرهنگ یونان می‌گذاشت.

آناکرئون Anacreon **۴۸۵-۵۷۰** ق.م.

شاعر تغزلی یونان باستان که در مورد عشق و نوشیدن فراوان سروده است. اشعار او در ضیافت‌ها و گردهم‌آیی بزرگان خوانده می‌شد و شور و نشاط ایجاد می‌کرد.

آناکسیمنس Anaximenes **۴۸۰-۵۵۰** ق.م.

تالس و آناکسیماندر و آناکسیمنس هر سه فیلسوفان شهر میلتوس بودند. آناکسیمنس فیلسوف طبیعت‌گرای یونانی و معتقد بود اساس هستی «هوا» است و برای این سخن استدلال جالبی طرح می‌کرد که در جهان آن روز خریدار داشت. او شاگرد آناکسیماندر بود.

میلتیادس Miltiades **۴۸۹-۵۵۰** ق.م.

فرمانده ارتش و سیاستمدار مشـهوری کـه یـونانیان نـام او را بـه نـیکی می‌برند. اهمیت اصلی او در جنگ ماراتن بود که ارتش ایران را شکست داد.

حکاتائوس Hecataeus **۴۷۶-۵۵۰** ق.م.

اولین نویسنده‌ی کتاب‌های تاریخ و جغرافی در زمـان تسـخیر ایـرانـیان زندگی می‌کرد و سفیر یونان بـه دربـار سـاتراپ (اسـتاندار) هـخامنشی شـد. احتمال دارد ریشه‌ی کلمه‌ی حکایت به معنای ذکر وقایع از نام او گرفته شده باشد.

هراکلیتوس (هراکلیت) Heracleitus **۴۸۰-۵۴۰** ق.م.

هراکلیت معروف به فیلسوف گریان یکی از مهم‌ترین فلاسفه‌ی پیش از سقرات است. در مورد او بیش از هر فیلسوف «پیش سقراتی» تحقیق به عمل آمده است. او معتقد بود اسـاس هسـتی آتش است. بـرای او «بـودن» مـعنا نداشت. همه چیز در حرکت و همه چیز در حال «شدن» است. سکون معنا ندارد. نمی‌توان در یک رودخانه دو بار شنا کرد. بار دوم رودخانه تغییر کرده و همان رودخانه‌ی اول نیست. دنیا جنگ اضداد است: سرما و گرما، روشنایی و تاریکی. از این نظر هراکلیت بنیان‌گذار اولیه‌ی نظریه‌ی تنازع تز و آنتی‌تز به شمار می‌رود. نطفه‌ی فلسفه‌ی هگل در بطن نظریات هراکلیت نهفته است.

پارمنیدس (پارمنید) Parmenides **۴۵۰-۵۴۰** ق.م.

متفکر یونانی که مـختصری از شـرح احـوال و اقـوالش مـانده. شـاگـرد کسنوفانس بود. معتقد به وحدت وجود یا «بودن» بود. همه چیز هست و ساکن است. این در تضاد با هراکلیتوس قرار می‌گیرد که به حرکت دائم اعتقاد داشت و می‌گفت همه چیز در حال «شدن» است. پارمنیدس شـعر بـلندی بـه نـام «طبیعت» سرود و در آن اندیشه‌های فلسفی خود را بیان کرد. فقط تکه‌ای از این شعر باقی مانده. بنا بر آنچه افلاتون نوشته، سقرات در جوانـی مـحضر پارمنیدس پیر را درک کرده و احتمالا از او بسیار آموخته است. از گـفته‌های

اوست: نمی‌توانی بر آنچه نیست آگاه شوی، این محال است، حتا نمی‌توانی آن را بیان کنی زیرا هر چه بتواند به اندیشه در آید می‌تواند باشد.

آریستیدس Aristides **۵۴۰-۴۶۸** ق.م.

سیاستمدار و دولتمرد عادل یونان. از او نقل شده: یونان مرکز دنـیاست، آتن مرکز یونان و آکروپولیس مرکز آتن است.

پیندار (پندار) Pindar **۵۲۸-۴۳۸** ق.م.

بزرگ‌ترین شاعر غنایی یونان باستان و جزو مشهورترین شاعران زمـان خود بود. در شهر «تِب» به دنیا آمد و در آتن تحصیل کرد. برخی اشعارش تا امروز باقی مانده است. کمپوزیسون او برای گروه کُر (همسرایان) با استقبال فراوان روبرو شد. نخستین شاعری است که برای شعر خوانی موسیقایی گروه خوانندگان شعر و آواز درست کرد که به خاطر اقبال عام، به زودی فراگیر شد و در تراژدی‌ها حتا کمدی‌ها به کار گرفته شد. پیندار آرزو می‌کرد که اشرافیت با همه‌ی شکوه و جلالش از طریق وفاداری به سنت دوباره زنده شود.

تمیستوکلس Themistocles **۵۲۵-۴۵۹** ق.م.

یکی از تواناترین سیاستمداران کـاریزماتیک یـونان است. او بـه جـنبش مترقی دموکراتیک یونان تعلق داشت. در شکست ایرانیان و تقویت حکومت آتن سهم مهمی داشت.

ایسکیلیس Aeschylus **۵۲۵-۴۵۵** ق.م.

تلفظ یونانی اسم او که از یونانیان با سواد شنیدم «اِیسکیلیس» است. او نخستین فرد از گـروه سـه گـانه‌ی نـمایشنامه‌نویسان بـزرگ یـونان، شـامل سوفوکل و اوریپید است. باعث اعتلای نمایشنامه‌نویسی یـونان گـردید و بـا بـهره‌وری از شـعر و مـوسیقی، تـاتر یـونان را بـه اوج رسـانید. او در اوج درگیری‌های سیاسی به دنیا آمد. آیسخولوس قهرمانان تـراژدی‌هـایش را از انسان‌های سیاسی انتخاب می‌کرد. در تاتر آیسـخولوس ارزش‌هـای حـقوق بشری در تضاد با ارزش‌های بهره‌وری شخصی قـرار مـی‌گیرد. او در جـنگ

ماراتن (۴۹۰) شرکت کرد. در این جنگ یونانیان لشکر مهاجم ایران را شکست دادند. وصیت کرد بر گور او فقط بنویسند «در میدان جنگ ماراتن شرکت داشت». آیسخولوس سه تریلوژی بزرگ نوشته که فقط یکی از آن‌ها به نام Oresteia فرسایش زمان را تاب آورده و تا امروز باقی مانده. آیسخولوس در نمایشنامه‌هایش نقش گروه همسرایان (گروه کُر) را کم کرد در عوض بازیگر نقش دوم را به وجود آورد و صحنه‌های درخشان و چشمگیر با دکور صحنه و لباس‌های ویژه طراحی کرد. از نظر ما ایرانیان مهم‌ترین نمایشنامه‌ی او «پارسیان» یا ایرانیان است که در سال ۴۷۲ در آتن اجرا شد. این نمایشنامه هشت سال بعد از جنگ سالامیس و در مورد پیروزی یونانیان است. او پارسیان شکست خورده را به عظمت و دلیری می‌ستاید. او در جنگ سالامیس نیز شرکت داشت. آیسخولوس با تراژدی‌های خود نشان داد که چگونه ممکن است انسان پهلوان با روح تازه‌ی آزادی خواهی به جهان بیاید.

باکیلیدس Bacchylides **۴۴۰-۵۱۰** ق.م.

یکی از بزرگ‌ترین شاعران تغزلی یونان باستان است.

سیمون پسر میلتیادس Cimon son of Miltiades **۴۴۹-۵۰۶** ق.م.

سیاستمدار و نظامی معروف یونان که در نبرد سالامیس نقش اساسی داشت.

ملیسوس Melissus **۴۳۰-۵۰۰** ق.م.

شاگرد پارمنیدس بود و همراه با پارمنیدس و زنون سومین فیلسوف مکتب الیائی Eleatic به شمار می‌آید. اطلاعات اندکی از زندگی‌اش وجود دارد. متولد سامیان Samian و مرد محترمی بود. به فرماندهی نیروی دریایی رسید و نیروی دریایی آتن را شکست داد.

آناکساگوراس Anaxagoras **۴۲۸-۵۰۰** ق.م.

فیلسوف یونانی طبیعت شناس و کاشف دلیل واقعی پدیداری کسوف بوده است. آتن در آن زمان مرکز فرهنگی سیاسی اقتصادی یونان بود و

آناکساگوراس در حدود سال ۴۸۰ به آتن نقل مکان کرد و با خود شیوه‌ی نوین فلسفه‌ی علوم طبیعی را آورد. استادِ پریکلس بود و می‌گویند عقاید سیاسی پریکلس از او نشأت گرفته. پس از سی سال اقامت در آتن در سال ۴۵۰ مخالفان سیاسی پریکلس او را به جرم بی‌دینی بازجویی کردند تا به دادگاه بکشانند زیرا مصرانه ادعا کرده و بر گفته‌ی خود پا فشرده بود که خورشید مقدس آسمانی چیزی بیش از یک سنگ ملتهب گداخته نیست و شایسته‌ی پرستش نمی‌باشد. حمله‌ای که به او شد در واقع حمله‌ی غیر مستقیمی بود که به پریکلس می‌کردند و با وجود آن‌که پریکلس به دفاع از او برخاست، آناکساگوراس مجبور به ترک آتن شد.

سوفوکلس (سوفوکل) Sophocles **۴۰۶-۴۹۶** ق.م.

نمایشنامه‌نویس تراژیک یونان باستان است. سه نمایشنامه‌نویس فضای تاتر یونان را رنگین کرده بودند: آیسخولوس، سوفوکل و اوریپید. سوفوکل آگاهانه موضع جانشین آیسخولوس گرفت. یونانیان در درجه‌ی اول به یکایک شاعران توجه نداشتند بل‌که به خود شعر به عنوان یک شکل مستقل و پویای هنر می‌نگریستند که از شاعری به شاعر دیگر انتقال می‌یابد. سوفوکل متجاوز از ۱۲۳ نمایشنامه‌ی دراماتیک نوشت که فقط هفت نمایشنامه باقی مانده است که مشهورترین آن‌ها اودیپ Oedipus Rex است. سوفوکل جزو چهره‌های محترم روزگار خود بود، در عهد پریکلس یا عصر طلایی یونان زندگی می‌کرد و بسیار مورد توجه پریکلس بود و به همین جهت به مقام خزانه‌دار کل (رییس کل بانک مرکزی آن موقع) برگزیده شد. او در مسابقه‌ی نمایشنامه‌نویسی آیسخولوس را شکست داد که باعث نارضایتی و رنجش شدید آیسخولوس شد. گفته‌اند سوفوکل یکی از خوشبخت‌ترین مردمان بوده زیرا عمر طولانی و سلامت مزاج و زیبایی اندام و قدرت و ثروت و شهرت و ذوق و قریحه‌ی بی‌همتا همه را با هم جمع داشته است با این وصف او یکی از ناراضی‌ترین و بدبین‌ترین افراد بوده و این بدبینی در آثارش منعکس است.

پدر سوفوکل کارخانه‌ی شمشیر سازی داشت و در زمان جنگ‌های ایران و یونان ثروت کلان اندوخت. می‌گفتند «جنگ خانه‌ی همه‌ی آتنیان را ویرانه کرد تا خانه‌ی سوفوکل را آباد سازد».

زنو (زنون) Zeno **۴۳۰-۴۹۵** ق.م.

فیلسوف و ریاضی‌دان یونانی است. او را به عنوان آغاز کننده‌ی دیالکتیک می‌شناسند. زنون به ویژه ابداع کننده‌ی تعدادی پارادوکس معروف از جمله آشیل و لاک پشت است که به مقولاتی مانند بی‌نهایت کوچک‌ها وارد می‌شود که پاسخ آن تا آمدن ریاضی دان بزرگ قرن بیست آلمان، ژرژ کانتور، باید صبر می‌کرد.

پریکلس Pericles **۴۲۹-۴۹۵** ق.م.

سیاستمدار و مصلح بزرگ یونان شاگرد آناکساگوراس بود. پریکلس توانست از مجموع شیوه‌های زیست یونانی که برخی از آنان مبتنی بر نوعی دموکراسی بود به جمع‌بندی جدیدی برسد و شیوه‌ای که آن را دموکراسی اقلیت می‌خوانند پدید بیاورد. در پرتو انوار دموکراسی جدید، آتن سرآمد تمامی شهرهای یونان و روزگار باستان شد. پریکلس اصلاحات فراوانی انجام داد و تمدن یونان را به اوج عظمت و اقتدار خود رساند. عصر پریکلس خوش‌ترین و افتخارآمیزترین عصر تاریخ یونان است.

وقتی خشایار شاه آتن را تصرف کرد پرستشگاه‌های آکروپولیس را آتش زد. سال‌ها بعد پریکلس در ترمیم و تجدید بنای آن عمارات کوشید. پارتنون و معابد دیگر به دست پریکلس ساخته شد. او فیدیاس پیکرتراش را استخدام کرد تا مجسمه‌های خدایان را بسازد.

قرن پنجم عصر پریکلس یا دوران طلایی یونان نامیده می‌شود. این قرن عصر طلایی تاریخ بشر است زیرا در این عصر والاترین مظاهر ذوق و قریحه‌ی بشری به صورت شعر و مجسمه‌سازی و معماری و نقاشی و ریاضیات و نجوم و پزشکی و...و افکار فلسفی به ظهور رسید و تعداد

بی‌شماری دانش‌مند و فیلسوف و مورخ و هنرمند و پزشک و متفکر و شاعر و نویسنده در این مدت کوتاه در یونان ظهور کردند.

نمی‌شود در مورد پریکلس سخن گفت و در مورد آسپاسیا Aspasia (۴۰۰-۴۷۰) خاموش ماند. زنی دانش‌مند و با ذوق که نامش جزو فلاسفه‌ی یونان به ثبت رسیده، چندی معشوقه‌ی پریکلس بود، سپس با او ازدواج کرد. او از بخش آسیای صغیر یونان به آتن مهاجرت کرد. از خانواده‌ای مرفه و بسیار با سواد بود. اسم آسپاسیا در آثار افلاتون و گزنفون و آریستوفان آمده است. پلوتارک (مورخ بزرگ یونانی) می‌نویسد خانه‌ی آسپاسیا مرکز تجمع روشنفکران آتن بود و همه‌ی نویسندگان و متفکران و مهم‌ترین‌شان - سقرات - را به خود جذب می‌کرد. از آنجا که یونان در مورد زن‌های بزرگ خود ساکت است در باب آسپاسیا گفته‌اند: «پرسش در مورد آسپاسیا مثل پرسیدن در مورد نصف انسانیت است». او و پریکلس پسری پیدا کردند که اسمش را پریکلس جوان گذاشتند.

دیوژنس آپولونیا (دیوژن) Diogenes Apollonia **قرن پنجم** ق.م.

فیلسوف یونانی در قرن پنجم زندگی می‌کرد و تاریخ تولد و مرگش به دقت معلوم نیست. او به اصالت «هوا» اعتقاد داشت. نباید این فیلسوف را با چندین دیوژن دیگر از جمله دیوژن لائرتیوس مورخ فلاسفه‌ی یونان که در قرن سوم زندگی می‌کرد اشتباه گرفت.

امپدوکلس (امپدوکل) Empedocles **۴۹۰** ق.م.

فیلسوف، سیاست‌مدار، شاعر، استاد الهیات و فیزیولوژیست بزرگ یونان است. خانواده‌ای توانگر و مشهور داشت. ارستو او را واضع فن خطابه می‌داند و بقرات او را پدر پزشکی خوانده است. از نوشته‌هایش در حدود چهارصد سطر از شعر «در باره‌ی طبیعت» و یکصد بیت از شعر «خلوص» باقی مانده است. او به شدت تحت تأثیر فیلسوف دیگر یونان یعنی پارمنیدس قرار داشت. امپدوکل اولین فیلسوف چهار عنصری است و معتقد است جهان از عناصر

خاک، آب، هوا و آتش تشکیل شده. به گهواره‌ی زندگی یعنی دریا نگاه کنیم، کف دریا خاک، روی آن آب، روی آن هوا و بالای آن آتش خورشید. چهار عنصر. این اعتقاد پا بر جا ماند و نزد ارسطو استحکام یافت سپس توسط یونانیانی که به مشرق آمدند و آنان که به مشرق برده شدند و پس از آن به واسطه‌ی نهضت ترجمه‌ی متون یونانی، حکمای مشرق زمین به چهار عنصر اعتقاد پیدا کردند. شاهد مثال در این مورد فراوان است از جمله رباعی خیام:

ترکیب طبایع چو به کام تو دمی است
رو شاد بزی اگر چه بر تو ستمی است
با اهل خرد باش که اصل تن تو
گردی و نسیمی و شراری و نمی‌است

گرد = خاک نم = آب نسیم = باد، هوا شرار = آتش.

امپدوکل همچنین تحت تأثیر ریاضی دان بزرگ فیثاغورس قرار داشت. امپدوکل نخستین کسی است که گفته «هیچ چیز به وجود نمی‌آید و هیچ چیز از بین نمی‌رود» که همان اصل بقاء انرژی یا اصل لاوازیه است. بر مبنای یکی از داستان‌های قدیمی، امپدوکل که برای خود مقام الوهیت قائل بود، به سان خدایی خودخوانده، برای این که جاودانگی خود را بـه منصّه‌ی ظهور برساند به دهانه‌ی آتش‌فشان پرید و در کوه آتش‌فشان با آتش به وحدت رسید. به گفته‌ی شاعر:

امپدوکلس
آن مرد بزرگ
در آتشفشان آتنا پرید
پاک بسوخت

آرکلائوس Archelaus **قرن پنجم** ق.م.

بزرگ‌ترین شاگرد آناکساگوراس و مشهورترین نماینده‌ی مکتب او بود. معلم سقرات و اوریپید بود و سقرات در جوانی همراه استاد خود آرکلائوس به

ساموس Samos سفر کرد.

پروتاگوراس Protagoras **۴۲۰-۴۹۰** ق.م.

او نخستین و مهم‌ترین فیلسوف سوفسطایی بود و در حدود ۴۵۰ به شهرت رسید. شغل وی در جوانی باربری بود ولی عشق به دانش سبب گردید نزد خود خواندن و نوشتن فرا گیرد. می‌گویند دموکریت که از شیوه‌ی بسته‌بندی و باربری او پی به استعدادش در ریاضی برد او را در منزل خود اسکان و سپس آموزش داد. پروتاگوراس در پرتو کوشش عظیم توانست از دانش‌مندان بزرگ دوران خود شود. او نخستین کسی بود که در مقابل تعلیم، مزد دریافت می‌کرد. با پریکلس حاکم دانش‌مند آتن روابط دوستانه داشت. پروتاگوراس در جوانی به اقتضای شغلش سفرهای فراوان کرد. در پیری در یکی از مسافرت‌ها قایقش در اثر توفان غرق شد و جان سپرد.

دستگاه‌های فلسفی پیش از سقرات در نیمه‌ی دوم قرن پنجم با نهضت شکاکیت روبرو شدند و بزرگ‌ترین شخصیت شکاکان پروتاگوراس بود. پروتاگوراس با اندیشه و گفتار خود موجی از ناباوری و شکاکیت در فضای فکری روزگار خود منتشر کرد و مبانی حقیقت را متزلزل ساخت. می‌گفت امکان رسیدن به معرفت حقیقی وجود ندارد - در برابر هر استدلالی یک استدلال متقابل هست - حقیقت مطلقی که شناسایی‌پذیر باشد وجود ندارد - سرشت هر کس در داوری‌هایش تأثیر می‌گذارد - حقیقت جنبه‌ی خصوصی و شخصی دارد - هر کس هر چه بپندارد و تخیل کند برای او حقیقت است - حقیقت معیار ثابت ندارد و از فردی به فرد دیگر متغیر است.

فیدیاس Phidias **۴۳۲-۴۹۰** ق.م.

مهم‌ترین و مشهورترین مجسمه‌ساز قرن پنجم که در دوران طلایی پریکلس مأمور بازسازی معبد پارتنون در آکروپولیس شد.

گرگیاس Gorgias **۳۷۶-۴۸۳** ق.م.

سخنور و خطیب مشهور یونان و یکی از بزرگ‌ترین سوفیست‌های تمام

دوران‌ها و جزو بنیانگذاران نثر هنرمندانه‌ی یونانی بود. نماینده و سفیر آتن بود و افلاتون یک رساله‌ی کامل را به او اختصاص داد. بیش از صد سال عمر کرد و در لحظه‌ی آخر خندان گفت: «خواب در شُرُف آن است که مرا به برادر خود (مرگ) بسپارد» و با این سخن به استقبال مرگ رفت.

اوریپیدس Euripides **۴۰۶-۴۸۴** ق.م.

جوان‌ترین عضو گروه سه نفره‌ی نمایشنامه‌نویسان تراژیک یونان است. تراژدی‌های اوریپید آینه‌ی تمام نمای وسعت بحران روزگار است. او را شاعر دوره‌ی روشنفکری یونان نامیده‌اند. او هرگز نمی‌خندید و بیش‌تر با فلاسفه دمخور بود. اوریپید در نمایشنامه‌هایش جهان را غیر قابل پیش‌بینی و در مجموع جای دهشتناکی تصویر می‌کرد. ریش بلند داشت، چهره‌اش پر از خال بود، اغلب تنها زندگی می‌کرد و از اجتماع گریزان بود. شیفته‌ی کتاب بود و از زن نفرت داشت. گویند در غاری مشرف به خلیج سالامیس به تنهایی زندگی می‌کرد و تنها دلخوشی او مطالعه و تماشای طبیعت بود. هنگامی که یونانیان پس از حمله‌ی خشایار شاه و ویران کردن آتن، مجددا به تعمیر حصارهای شهر مشغول بودند اوریپید دوازده ساله بود و همان موقع به شدت تحت تأثیر نمایشنامه‌ی ایرانیان آیسخولوس قرار گرفت. زندگی او در هاله‌ای از اوهام و افسانه‌ها پیچیده شده. اوریپید مسایل کهن را دوباره نگاه و نقد کرد و به این نتیجه رسید که آنچه تا کنون در این موضوع نوشته شده باید دوباره نوشته شود. او نخستین شاعری است که معتقد بود باید واقعیت را همان‌گونه که می‌بیند وصف کند. آریستوفان از ارتباط او با سقرات چنین یاد می‌کند: «سقرات همان کسی است که نمایشنامه‌های هوشمندانه برای اوریپید می‌نویسد». وقتی خبر مرگ اوریپید به آتن رسید سوفوکل گروه همسرایان نمایشنامه‌اش را سیاه‌پوش کرد.

هرودوت Herodotus **۴۱۰-۴۸۴** ق.م.

مورخ معروف یونان و معروف به پدر تاریخ نویسی است. یونان مورخین

بسیار داشته که از آن میان نام هرودوت، توسیدید و پلوتارک برجسته‌تر از دیگران است، اما آن کس که نزد ما ایرانیان اهمیت ویژه دارد هرودوت است که مهم‌ترین کارش مربوط به تاریخ جنگ‌های یونان و ایران است.

سقرات Socrates **۳۹۹-۴۷۰** ق.م.

سقرات، بزرگ‌ترین حکیم باستانی یونان و واضع علم اخلاق است. جوانی او در دوران شکوهمند پریکلس بود. او با پریکلس و همسرش آشنایی داشت و یک بار همسر پریکلس را به عنوان استاد خود خواند. پریکلس آناکساگوراس را به آتن آورد و سقرات از او آموخت. معاصر شاهان هخامنشی یعنی خشایار شاه (۴۶۵-۴۸۶) و اردشیر درازدست (۴۲۴-۴۶۵) و داریوش دوم (۴۰۵-۴۲۴) و اردشیر دوم (۳۵۹-۴۰۵) بوده است. سقرات بر این باور بود که «زندگی تا در ترازوی خرد سنجیده نشود ارزش زیستن ندارد» به زبان دیگر زندگی سنجیده نشده «زندگی» نیست، حداکثر می‌توان آن را عمر نامید. به گفته‌ی سیسرون «سقرات فلسفه را از آسمان پایین کشید و در شهرها و خانه‌ها رواج داد و فلاسفه را وادار کرد زندگی و اخلاق را در نظر بگیرد».

توسیدیدس (توسیدید) Thucydides **۳۹۵-۴۶۰** ق.م.

مورخ بزرگ قرن پنجم یونان جنگ‌های آتن و اسپارت و انقلابات درون آن جوامع را به رشته‌ی تحریر در آورد. او فاجعه‌ی دولت آتن یعنی نابودی قدرت آتن را نتیجه‌ی انحطاط اخلاقی آتنیان می‌داند. شخصا زندگی پر ماجرایی را پشت سر گذاشت. توسیدید را به عنوان آفریننده‌ی تاریخ سیاسی و پدر تاریخ نویسی علمی می‌شناسند. او بنیان‌گذار مکتب «واقع‌گرایی سیاسی» است. برخی آثار سیاسی و تاریخی او هنوز در دانشگاه‌ها تدریس می‌شود.

لوکیپوس Leucippus **و دموکریتوس** Democritus

این دو فیلسوف نظریه‌ی شگفت‌انگیز اتمی را به میان آوردند که پس از دو هزار و پانصد سال مجددا مطرح شده و با کشف اتم در علم فیزیک معاصر صحت آن به نمایش در آمد. لوکیپوس استاد دموکریتوس بود اما از زندگی او

چیز زیادی معلوم نیست جز این که احتمالا در ۴۸۰ به دنیا آمده و از اصحاب مکتب پارمنیدس بوده است. لوکیپوس زیر سایه‌ی شاگردش دموکریت محو شد و آنچه از لوکیپوس باقی مانده بود و تمام اکتشافات نظریه‌ی اتمی را به نام شاگردش دموکریت ضبط کرده‌اند.

دموکریتوس معروف به فیلسوف خندان در سال ۴۶۰ به دنیا آمد و در سال ۳۷۰ از دنیا رفت. دموکریت به همه چیز جهان می‌خندید. او اولین کسی است که به جزء لایتجزا یا عنصر تجزیه‌ناپذیر اشاره می‌کند و نام آن را اتم می‌گذارد و فرضیه‌ی اتمی را بنا می‌نهد. جهان از اتم‌ها ساخته شده است. دموکریت ثروت‌مند بود و به سرزمین‌های بسیار از جمله ایران سفر کرد و طبق گفته‌ی دیوژن لائرتیوس بیش از ۷۳ کتاب نوشته که امروزه در دست نیست.

هیپوکراتس (بقرات) Hippocrates **۳۷۷-۴۶۰** ق.م.

پزشک معروف یونان است. بقرات را به طور سنتی پدر علم طب می‌خوانند و سوگند پزشکی او معروف است.

آریستوفانس Aristophanes **۳۸۵-۴۴۶** ق.م.

بزرگ‌ترین شاعر هزل و هجو که با طنز قوی جایگاه مهمی در هنر آتن داشت. او به تمام سیاستمداران سوء استفاده کننده از قدرت با طنز خاص خود حمله می‌کرد. پدیدار عجیب اما جذاب کمدی آتنی آریستوفان در آن فضای مه‌آلود به واقع شگفت‌انگیز است. کمدی آریستوفان تصویر تاریخی کامل و دقیق زمان خویش است و از این حیث هیچ شعر دیگری به پای اشعار آریستوفان نمی‌رسد. شعر آریستوفان زندگی و زمان خود را با رنگ‌ها و شکل‌های قابل لمس به آیندگان نشان می‌دهد. کمدی‌های او مرتبا اجرا می‌شد و طرفداران فراوان داشت.

لیزیاس Lysias **۳۸۰-۴۴۵** ق.م.

خطیب و سخنور مشهور آتن که نویسنده‌ی نطق‌های مهم و پر شور بوده است.

ایزوکراتس Isocrates **۴۳۶-۳۳۸** ق.م.

یکی از بزرگ‌ترین و مشهورترین سخنوران آتن که خطابه‌هایش در قرن چهارم درخشید.

دیوژنس (دیوژن) Diogenes **۳۲۰-۴۱۰** ق.م.

حکیم کلبی معروف یونان باستان در قرن چهارم زندگی می‌کرد. از تاریخ تولدش اطلاع دقیقی در دست نیست، احتمالا ۴۱۰ باشد. دیوژن به خود به منزله‌ی «سگ نگهبان اخلاق» نگاه می‌کرد. افسانه‌های فراوانی در موردش وجـود دارد. مـعروف است کـه در خـمره زنـدگی مـی‌کرد. نـقاشان اروپـایی صحنه‌های زندگی او را به تصویر کشیده‌اند. معروف است که اسکندر کبیر به دیدن او می‌رود. دیوژن در آفتاب نشسته بود که ناگهان سایه‌ی سیاه و سنگین اسکندر را بر سر خود احساس می‌کند. اسکندر که می‌داند دیوژن از راه گدایی امرار معاش می‌کند می‌گوید: از من چیزی بخواه. دیوژن می‌گوید برو کـنار و سایه‌ات را از سر من کم کن بگذار نور خورشید بر من بتابد. که این سخن البته دارای هر دو معنی حقیقی و مجازی است. دیوژن همان شیخ معروف شـعر مولاناست:

دی شیخ با چراغ همی گشت گرد شهر
کز دیو و دد مـلولم و انسـانم آرزوست

افلاتون Plato **۴۲۷-۳۴۷** ق.م.

> The safest general characterization of the European philosophical tradition is that it consists of a series of footnotes to Plato.
>
> «مطمئن‌ترین شاخصه‌ی کلی سنت فـلسفی اروپـایی ایـن‌که شامل یک سری حاشیه‌نویسی بر افلاتون است».

آلفرد نورت وایتهد ۱۹۴۷-۱۸۶۱ فیلسوف و ریاضی‌دان رییس دانشکده فلسفه دانشگاه هاروارد.

برخی اهالی فلسفه در ایران گفته‌ی وایتهد را چنین ترجمه و تفسیر و تعبیر کرده‌اند: «فلسفه بعد از افلاتون، جز حاشیه‌نویسی به افلاتون نیست».

افلاتون در سال ۴۰۷ در بیست سالگی به ملاقات سقرات رفت و تا آخر عمر سقرات در ۳۹۹ به مدت ۸ سال شاگرد سقرات ماند.

گزنفون Xenophon **۳۵۵-۴۲۶** ق.م.

مورخ یونانی که جزو حواریون سقرات بود در خانواده‌ای مرفه به دنیا آمد و پرورش یافت. گزنفون به ارتش پیوست و به مقام فرماندهی نظامی رسید. به ایران آمد و لشکریان ایران را تا سرحدات کردستان و ارمنستان و تا سواحل دریای سیاه پیش برد. او خاطرات این جنگ‌ها را به رشته‌ی تحریر در آورد. از گزنفون کتاب خاطرات سقراتی به جا مانده که به زبان ساده نوشته شده و از مراجع کتاب حاضر است. آن طور که در کتاب پایدِیا آمده جز افلاتون و گزنفون عده‌ی دیگری نیز در مورد سقرات نوشته‌اند که نوشته‌های آنان کاملا از بین رفته و به ما نرسیده است.

اقلیدس - لوباچفسکی - ریمان

برای آشنایی باید از پایه شروع کنیم. از هندسه. اما نه به تقلید از سر در آکادمی افلاتون. هندسه نمی‌دانی؟ هیچ نترس و داخل شو. آن قدر که لازم داری همین‌جا فرا خواهی گرفت. هندسهٔ مدرن. هندسهٔ فیزیکی. هندسه سنگ بناست. تنها علمی که مانند سد سکندر سر جای خود ایستاده و شاخه‌های اصلی آن هنوز کاربُرد دارد هندسه است.

شان نزول واژه هندسه را متفاوت ذکر کرده‌اند. آن را «اندازه» هم گفته‌اند. این شاخه از علم به روایتی از اندازه‌گیری زمین‌های مزروعی در مصر باستان شروع شده است.

امروزه هندسه به‌انواع مختلفی تقسیم شده. قدیمی‌ترین و معروف‌ترین آن هندسهٔ مشهور به‌اقلیدس است. هندسهٔ او مدت ۲۲ قرن بر سیارهٔ ما

فرمان‌روایی کرده. یک ورق کاغذ سفید صاف در دست بگیرید. در ذهن خود خیال کنید این کاغذ از همه طرف ادامه دارد. این فضای اقلیدس است. دو خط موازی یعنی ریل قطار. هر چه ادامه دهیم فاصله ریل‌ها تغییر نمی‌کند یا به هم نمی‌رسند. حالا می‌خواهیم با فضای اقلیدس بیشتر آشنا شویم. در هندسه اقلیدس پنج اصل بنیادی وجود دارد که به آن‌ها اصول موضوعه هندسه اقلیدس می‌گویند.

۱ – از هر دو نقطه جدا از هم یک و فقط یک خط راست می‌گذرد.

۲ – هر پاره خط را می‌توان مستقیما تا بینهایت ادامه داد.

۳ – با یک نقطه به نام مرکز و یک پاره خط به نام شعاع می‌توان یک دایره رسم کرد.

۴ – همه زوایای قائمه با هم برابرند.

۵ – از نقطه خارج خط راست، یک و فقط یک موازی برای آن می‌توان کشید.

چهار اصل اول اقلیدس بدیهی به نظر می‌رسد. تمام کوشش ریاضی‌دانان معطوف به اثبات اصل پنجم شد. ریاضی‌دانان نتوانستند درستی یا نادرستی اصل پنجم را نشان دهند. در هندسه اقلیدس فضا از هر سو تا بی‌نهایت امتداد دارد.

مشخصهٔ اصلی هندسهٔ اقلیدس به‌اصل اقلیدس معروف است: «از نقطهٔ واقع در خارج خط راست بیش از یک موازی برای آن نمی‌توان کشید». همهٔ هندسهٔ اقلیدس بر این اصل استوار است اما پیش از آن نیاز به برخی تعریف‌های اولیه داریم. تعاریف این هندسه از فرط تکرار عادت شده به‌خاطر عادت، «واضح و مبرهن» به‌نظر می‌رسد. آیا این دستگاه هندسی واقعا آن‌طور که در نگاه اول به‌نظر می‌رسد «بدیهی و طبیعی» است؟

هندسهٔ اقلیدس با تعریف نقطه شروع می‌شود. نقطه شکلی است هندسی که دارای هیچ بعدی نیست. به‌این ترتیب نقطهٔ اقلیدسی دارای طول و عرض و ارتفاع نیست. این تعریف روزگاری بسیار طبیعی به‌نظر می‌رسید، امروزه اما

چنین تعریفی را مصنوعی می‌دانیم. نـقطه دارای چـه چـیز است کـه او را از «نیستی» جدا می‌کند؟

تعریف نقطهٔ هندسی به‌صورت ذکر شده مورد قبول سایر دستگاه‌های هندسی نیز قرار گرفته است اما خواهیم دید این تعریف موجد چه تناقضاتی می‌شود و چرا «فیزیک‌ریاضی» نمی‌تواند این تعریف را بپذیرد.

سرچشمهٔ تناقضات فراوانی که هندسهٔ اقلیدس به‌بار می‌آورد از تعریف نقطهٔ هندسی نشات مـی‌گیرد. نـقطه تـصوری است از «مـوجود» سـاخته شـده از خمیرمایهٔ دیگری به‌جز آن‌چه زیست ما را تشکیل می‌دهد. در دنیای متکاثف ما، نقطه و همهٔ اشکال و موجودات اقلیدسی در سرزمینی به‌مراتب غلیظ‌تر از قطران و قیر گرفتار آمده‌اند.

رقیق‌ترین بخش‌های جو کرهٔ زمین نیز در چشم موجودات اقلیدسی از غلظتی مافوق تصور برخوردار است. در نتیجه تصور موجودی به‌رقت نقطهٔ اقلیدسی در چنین سرزمینی که خانهٔ ماست تـصوری غـلط و گـرفتاری آفـرین است. تناقضات اقلیدسی چنان عمیق‌اند که هـرکدام در دل خـود تـناقضات جـدید می‌آفرینند. مثلا امروزه به‌راحتی می‌توانیم بگوییم نقطهٔ اقلیدسی که شکـل هندسی است قسمتی از «عدم» است اما عدم نمی‌تواند دارای «قسمتی» باشد آیا به‌راستی می‌توانیم بگوییم که نقطه همهٔ عدم است؟

در این صورت تکلیف کوچکی «عدم» در مقابل بزرگی «وجود» چه می‌شود؟ بگذریم که اگر چنین بگوییم سوآل بعدی این خواهـد بـود کـه پس تـعریف «مجموعهٔ نقاط» چیست؟ و این سوآل ما را به‌ناگزیر به‌سرزمینی که دوست نمی‌داریم یعنی پیدایش «وجود» از «عدم» می‌کشاند.

خط در هندسهٔ اقلیدس شکلی است هندسی، ممتد و متصل، دارای یک بعد. خط از حرکت نقطه به‌وجود می‌آید. هرگاه نقطه‌ای شروع به‌حرکت کند و جهت خود را هرگز تغییر ندهد خط مستقیم و در غیراین‌صورت انواع خـطوط غـیر مستقیم پدید می‌آید. برای بـررسی بـیش‌تر بـرخـی گـرفتاری‌ها و تـناقضات

اقلیدسی دو پاره خط با دو طول مختلف، یکی بسیار بزرگ‌تر از دیگری در نظر بگیریم و آن‌ها را دو ضلع یک زاویه قرار دهیم به‌عبارت دیگر زاویه‌ای با دو ضلع نامساوی و یکی بسیار بزرگ‌تر از دیگری در نظر بگیریم و انتهای دو پاره خط را به یکدیگر وصل کنیم.

تالس ریاضی‌دان و سیاست‌مدار یونان باستان است که شش تا هفت قرن قبل از میلاد مسیح می‌زیسته. در صحت انتساب قضیهٔ تشابهات به تالس تردیدهای بسیاری ابراز شده است. قضیهٔ تالس می‌گوید هرگاه چند خط موازی به‌وسیلهٔ دو خط قطع شود قطعات متناظر متناسبند. با ترسیم یک رشته خط موازی با این خط سوم دیده می‌شود که طبق قضیهٔ تالس برای کلیهٔ نقاط واقع بر پاره خط بزرگ‌تر نقاط متناظر روی پاره خط کوچک‌تر وجود دارد و مقایسهٔ یک به یک، تعداد نقاط هر دو پاره خط را با هم برابر نشان می‌دهد. این استدلال هندسی به‌ما می‌گوید اگر هر پاره خط را به صورت یک مجموعهٔ نقطه در نظر بگیریم تعداد نقاط واقع بر خطی به‌طول یک سانتی‌متر با تعداد نقاط واقع بر خطی به‌طول یک کیلومتر برابر است. اشکال این غلط‌نما در تعریف نقطهٔ اقلیدس است زیرا این‌جا عملا دو مجموعهٔ تهی با هم مورد مقایسه قرار گرفته‌اند.

این تناقض مدت‌ها قبل می‌توانست بنیان هندسهٔ اقلیدس را به‌هم بریزد زیرا هندسهٔ اقلیدس هندسهٔ خط‌کش و پرگار است و در اثبات قضایای آن بدون توجه به‌مانع بسیار عظیم، طول‌های بزرگ‌تر به‌وسیلهٔ طول‌های کوچک‌تر تقسیم‌بندی شده یا با آن‌ها مورد مقایسه قرار می‌گیرد.

شاید علت پابرجا ماندن این هندسه، فقدان دستگاه جانشین بوده است. چنین مشکلاتی همواره هندسهٔ اقلیدس را زجر داده اما کارآیی این هندسه بیش از آن است که بتوان آن را کنار گذاشت. اما کجای کار واقعا خراب است؟

هندسهٔ اقلیدس سعی می‌کند جهان ما را از «عدم متحرک» بسازد و شاید این ریشهٔ همهٔ گرفتاری‌های تفکر به‌شیوهٔ اقلیدس باشد. خط در هندسهٔ اقلیدس

شکلی است هندسی دارای یک بُعد به‌نام طول که از حرکت نـقطه بـه‌وجود می‌آید. برای ما به‌ویژه با توجه به‌دست‌آوردهای علم جوان‌تر از یک‌صد سالهٔ فیزیک‌ریاضی، پـذیرفتن مـفهوم «مـمتد و مـتصل» بـه‌شیوه مـراد اقـلیدس ناممکن است.

محیط زیست ما و جهان ما اصولا به‌گونه‌ای نیست که به هیچ وجه اجـازهٔ «وجود» به‌چنین «موجودات» و مفاهیمی‌بدهد. مفاهیمی که اقلیدس هندسهٔ خود را بر پایهٔ آن‌ها بنا نهاده و دائما – و چه ساده هم – آن‌ها را به‌کار می‌گیرد: حرکت نقطه که همان حرکت عدم است، امتداد، اتصال و مـفاهیمی از ایـن دست.

هندسهٔ اقلیدس از تعریف خط به‌صورت مجموعهٔ نقاط پـرهیز مـی‌کند زیـرا اگرچه نقطهٔ اقلیدس چنان رقیق و در عمل «هیچ» است که بحث کوانتوم و ناپیوستگی را ایجاب نمی‌کند اما حتا شـبههٔ چـنین نـاپیوستگی نـیز در ایـن هندسه آزار دهنده است.

کوانتوم در فیزیک اتمی به‌صورت‌های مختلف تعریف می‌شود اما به‌یک بیان ساده و البته غیر دقیق، کوچک‌ترین جزء قابل اندازه‌گیری یک کمیت یا پدیده، به‌طوری که هر مقدار دیگری از آن کمیت یا پدیده از «حاصل‌ضرب یک عدد صحیح در این جزء» به‌وجود آید، کوانتوم آن کمیت یا پدیده نامیده می‌شود.

اما حتا اگر اقلیدس چنین پرهیزی داشته باشد ما هنوز می‌توانیم به‌انـدیشه ادامه دهیم. فرض کنیم نقطهٔ اقلیدس در واقع می‌خواهد به‌حرکت در آمده و برای ما، گیرم در خیال، خط بسازد. بگذریم از این کـه بـه‌عنوان پـیش‌فرض چنین اندیشه‌ای باید فرض کنیم ـ فرض محال ـ که نقطهٔ هندسی، آن‌گونه که مراد اقلیدس است اصولا در مغز و اندیشهٔ ما می‌تواند وجود داشته باشد. ما قادر به تصور و تجسم نقطه اقلیدس نیستیم.

حال سوآل مشروع این است که برای ساختن خطی به‌طول یک سانتی‌متر با حرکت نقطهٔ اقلیدس، به‌چه‌قدر زمان احتیاج داریم؟ شنیدن و پذیرفتن پاسخ

این سوآل شهامت می‌خواهد زیرا کمی دقت نشان می‌دهد که در اختیار داشتن تمامی زمان‌های جهان کنونی نیز برای ساختن این خط کافی نیست.

در مسیر یک سانتی‌متر، نقطه از بی‌نهایت ایستگاه بین راه خواهد گذشت که اگر برای گذشتن از هر کدام آن‌ها مقدار مشخصی از زمان، هر قدر هم کوچک، در نظر بگیریم، مجموعهٔ زمانی ساختن خطی به‌طول یک سانتی‌متر بسیار بزرگ خواهد شد. این وجه دیگری از پارادوکس زنون است.

مشکل زمان در مقابل معضل انرژی ساده می‌نماید. اکنون از خود بپرسیم برای ساخته شدن یک خط کوتاه اقلیدسی چه‌قدر انرژی لازم است؟

اقلیدس برای ساختن خط خود باید نقطهٔ رقیق ساخته شده از «هیچ» خود را با فشار از بین کوه‌های سنگی متکاثف مقاومت هوا، حتا هوای رقیق بالای کرهٔ زمین عبور دهد. حتا فضای رقیق اما البته نه خالی مابین ستارگان یا کهکشان‌ها نیز برای نقطهٔ اقلیدس از غلظت مافوق تصور برخوردار است.

اگر ما بتوانیم از میان دیوار سنگ و بتن و آجر و گچ رد شویم، کاری به مراتب سهل‌تر از نقطه اقلیدس برای یک سانتیمتر حرکت در این جهان انجام داده‌ایم.

در حال حاضر هیچ‌گونه امکانی برای اندازه‌گیری طول خطی که بسیار کوچک‌تر از ۱۰ به‌توان ۱۵- سانتی‌متر باشد وجود ندارد. به‌این دلیل ساده که در عمل هیچ «گز» یا متر استانداردی برای اندازه‌گیری‌هایی با این قدر بزرگی یا Order of Magnitude در دست‌رس نیست.

در جهان اقلیدس به گونه‌ای از نقاط بدون بعد و فواصل بی‌نهایت کوچک سخن می‌رود که گویی امری عادی و پیش پا افتاده است. فرض کنیم می‌خواهیم خطی به‌طول ۱۰ به‌توان ۵۰- سانتی‌متر را اندازه بگیریم. این فاصله از نظر فیزیک‌ریاضی‌دان به‌مراتب کوچک‌تر از کوچک‌ترین حدود اندازه گیری است اما هنوز برای اقلیدس یک فاصلهٔ بی‌نهایت بزرگ محسوب می‌شود.

در محاسبهٔ انرژی ضروری برای این کار تفاوت نمی‌کند که از «اندازه‌گیری» این خط صحبت کنیم یا از انرژی لازم برای «ساختن» این خط با مادهٔ شناخته شده، یا از انرژی «درهم‌فشردگی» ماده تا آن سرحدات. در هر حال اگر نقطه قرار است در این جهان حرکت کند باید به‌قوانین راه‌نمایی رانندگی این جهان احترام بگذارد.

برای نمایش طول این خط به‌عددی به‌این صورت نیازمندیم:

۴۹ صفر

۰/۰۰۰ .... ۰۰۰۱

تنها گز استانداردی که برای چنین اندازه‌گیری می‌توان به‌کار برد طول موج فرضی λ با قدر بزرگی قابل مقایسه با خود طول است. پس موجی به‌طول $۱۰^{-۵۰}$ را برای این اندازه‌گیری در نظر می‌گیریم. برای این کار فرق زیادی نمی‌کند که از نور یا امواج «دوبروی» یا «دیراک» استفاده شود. میزان بزرگی انرژی کوانتا یا ناپیوستگی که در این‌جا می‌توان آن را انرژی درهم‌فشردگی نیز نامید از معادلهٔ آن به‌دست می‌آید.

$$E = h v = h c / \lambda$$

در این رابطه E معرف انرژی است، v معرف سرعت حرکت موج، c معرف سرعت نور برابر ۳۰۰/۰۰۰کیلومتر در ثانیه و λ معرف طول موج است که در این‌جا $۱۰^{-۵۰}$ سانتی‌متر فرض شده و h معرف عدد ثابت جهانی پلانک و برابر $۶/۶۲۵*۱۰^{-۳۴}$ ژول ثانیه است. اگر این اعداد را در رابطهٔ فوق جاگذاری کرده همهٔ واحدها را به‌دستگاه CGS – سانتی‌متر، گرم، ثانیه – تبدیل کنیم، به‌محاسبه و عدد زیر در دستگاه CGS می‌رسیم.

$$E=۶/۶۲۵*۱۰^{-۳۴}*۱۰^{۷}*۳*۱۰^{۱۰}/۱۰^{-۵۰} \approx ۲*۱۰^{۳۴}$$

این عدد معرف مقدار غول‌آسای انرژی است که قادر است تمامی کرهٔ زمین را آنا منفجر کند.

اکنون از رابطهٔ $E = m c^{۲}$ اینشتین مقدار جرم معادل را که در انفجار اتمی

ایده‌آل برای ایجاد این انرژی ضروری است حساب کنیم. در این رابطه E معرف مقدار انرژی به‌دست آمده در محاسبهٔ فوق، m معرف مقدار جرم و C سرعت نور یا همان ثابت ۳۰۰/۰۰۰کیلومتر بر ثانیه است.

$$m=۲*۱۰^{۳۴}/۳*(۱۰^{۱۰})^{۲} \approx ۲*۱۰^{۱۳}$$ گرم

جاگذاری و خلاصه کردن نشان می‌دهد که این مقدار برابر است با:

$$m = ۲*۱۰^{۱۰}$$ کیلوگرم = $۲ * ۱۰^{۷}$ تن

نتیجهٔ تمامی محاسبات این که هر نوع تداخل بین چنین موجی و هر سیستم فیزیکی، حداقل یک چنین انرژی کوانتومی را دربرخواهد گرفت که آنا یک فاجعهٔ بزرگ ایجاد خواهد کرد. ما برای ساختن یک خط سادهٔ اقلیدسی به بمب‌هایی با چنین اجرامی نیازمند خواهیم شد.

نیاز به گفتار نیست که همین محاسبهٔ ساده ثابت می‌کند که فاصلهٔ $۱۰^{-۵۰}$ سانتی‌متر را مطلقا نمی‌توان اندازه‌گیری کرد. هنگامی که یک فاصله را نتوان اندازه‌گیری کرد چه‌گونه می‌توان درمورد آن سخن گفت؟

اقلیدس بدون توجه به‌مانع سر راه، به‌راحتی از این‌هم جلوتر می‌رود و به‌فضاهای بسیار کوچک‌تری اشاره می‌کند. برای او $۱۰^{-۵۰}$ سانتی‌متر هنوز طول بزرگی است و او با طول‌های به‌مراتب کوچک‌تر سروکار دارد.

پیشینیان ما برای ساختن خطوط‌شان به‌چنین انرژی نیازی نداشته‌اند. اما آیا ما هم اجازه داریم شیوهٔ آنان را، هرچه بوده، تکرار کرده خط اقلیدسی بسازیم؟

در هندسهٔ اقلیدس، سطح شکلی است هندسی و دوبعدی که از حرکت خط در خلاف جهت خود ایجاد می‌شود. اگر خط مولد، جهت حرکت خود را هرگز تغییر ندهد سطح مستقیم یا صفحه به‌وجود می‌آید. صفحه می‌تواند از اطراف نامحدود بوده جهان را به‌دو بخش تقسیم کند.

تمام تناقضاتی که تاکنون به‌آن‌ها اشاره شد درمورد سطح اقلیدسی نیز وجود دارد به‌علاوهٔ یک تناقض جدید و بسیار جالب دیگر: آیا سطح اقلیدسی واقعا جهان را به‌دو بخش تقسیم می‌کند؟ به‌عبارت دیگر آیا سطح اقلیدسی پشت و

رو دارد؟
صفحه‌ای که مولد آن خط راست است جهان را به‌دو نیمه جهان بالا و پایین تقسیم می‌کند.
«مسلم» است که اگر یکی از ساکنان جهان بالا که خود یک نقطهٔ اقلیدسی است، در اثر اشتباه سقوط کند، روی سطح خواهد افتاد و از آن‌جا پایین‌تر نخواهد رفت. اگر نقطهٔ اقلیدسی سرنشین نیمه جهان پایین نیز بخواهد پرواز کند، بالاخره سرش به‌سقف آسمان یعنی به همان صفحه خواهد خورد و متوقف خواهد شد. نکتهٔ مهم این که صفحه طبق تعریف دارای ضخامت یک نقطه است اما در عمل ضخامتش سه نقطه می‌شود.
شاید ما بتوانیم با ترفندی خود، را از این وضع مسخره نجات دهیم و فکر کنیم در واقع هر دو نقطه جذب سطح شده جزو آن می‌شوند، در آن‌صورت نقطهٔ مربوط به‌جهان بالا می‌تواند وارد جهان پایین شده و برعکس. در این صورت کلیهٔ نقاط دو جهان بالا و پایین در عمل متعلق به‌یک جهان «بالاپایین» خواهند بود و صفحهٔ اقلیدس اصولا جهان را به‌دو نیمه تقسیم نکرده است!
برای فرار از یک تناقض به‌دام تناقض دیگر افتادیم؟
اگر این بررسی‌ها را به‌صورت‌های دیگری نیز ادامه دهیم جز رسیدن به‌یک سلسله تناقضات کاری انجام نخواهیم داد.
اما این مسائل برای پیشینیان ما «واضح و مبرهن» بوده است؟! پس راه آنان را ادامه داده حجم اقلیدسی را نیز بسازیم.
حجم اقلیدسی شکلی است هندسی و سه بعدی دارای طول و عرض و ارتفاع که از حرکت صفحهٔ اقلیدسی در خلاف جهت خود به‌وجود می‌آید، یعنی مثلا صفحه مثال قبل حرکت می‌کند و حجم می‌سازد. درمورد این حجم همهٔ گرفتاری‌های قبلی موجود است با این تفاوت که گرفتاری‌های نوع دیگری نیز به‌آن اضافه می‌گردد.

این حجم، کل جهان اقلیدسی را به‌دو قسمت تـقسیم مـی‌کند، قسـمت اول مجموعهٔ نقاط، خطوط و سطوحی که توسط حجم دربرگرفته شده‌اند و قسمت دوم بقیهٔ جهان که به‌این حجم ارتباطی ندارد.
در این روزگار مهاجرت نقاط، نقطه‌ای که به‌قصد سیاحت به‌سوی حجم می‌آید در نهایت تعجب می‌بیند که ظاهرا ناگزیر است پاسپورت خود را عوض کرده به‌تابعیت ملیت سطح اول دربیاید اما دیدیم که در عمل به‌این کار نیازی ندارد. این تغییر ظاهری و صوری پاسپورت به‌همین جا خاتمه پیدا نمی‌کند و اگـر سیاح ما بخواهد به‌مسافرت خود ادامه دهد در تمام ایستگاه‌های بعدی و حین عبور از داخل حجم، ناگزیر از تغییر پاسپورت است در حالی کـه بـه تـرتیب پیش‌گفته به این کار نیازی نیست. این عمل بی‌نهایت بار تکرار می‌شود. در آخر کار که مسافر کنجکاو و شجاع بی‌نهایت تغییر ملیت ظاهری داد ناگهان خود را در وطن قبلی و بین هموطنان قبلی می‌بیند. یعنی بدون آن که اتفاقی رخ داده باشد از حجم خارج مـی‌شود. آری، حـجم اقـلیدسی نـیز در فـضای اقلیدسی تقسیم‌بندی ایـجاد نـمی‌کند. بـه‌ایـن تـرتیب مـی‌توان وارد زنـدگی موجودات اقلیدسی شد.
آن‌چه به‌آشوب و اضطراب دامن می‌زند نحوهٔ تلقی خاصی است که عامهٔ مردم و حتا بسیاری از مدرسین این هندسه نسبت به‌آن دارند که باعث می‌شود از تخته‌پاک‌کن یا از میز به‌عنوان حجم اقلیدسی نام برند.
حال که وجود موجودات اقلیدسی و حقانیت این هندسه «واضح و مبرهن» شد خواص این هندسه را بشناسیم. در هندسهٔ اقلیدس مجموع زوایای یک مثلث ۱۸۰ درجه است. پیش از آن اما باید به‌تعاریف اولیهٔ درجه دقت کرد.
در قدیم‌الایام بشر به‌تفکر و محاسبه‌در امور مربوط به‌زوایا محتاج می‌گردد، به‌این جهت ناگزیر از اختراع ابزار اندازه‌گیری زاویه می‌شود. در واقع خورشید برای ما چنین عملی را انجام می‌دهد.
بهترین و طبیعی‌ترین طرز تقسیم، با الهام از خود طبیعت است و کمک گرفتن

از تعداد روزهای سال که ۳۶۰ تصور می‌شد. از آن‌جا که ۳۶۰ عدد گرد است، قابل تقسیم به‌تمام تقسیم‌شدنی‌ها: ۱، ۲، ۳، ۴، ۵، ۶، ۸، ۹، ۱۰، و چه کسی در فکر جسارت به عدد هفت است؟ که مقدس است و زمان ساخته شدن همهٔ جهان؟ بشر به‌این دلایل کار جالبی انجام می‌دهد: دایره را به ۳۶۰ قسمت تقسیم می‌کند و مثلثات اقلیدسی را برای ما به‌ارث می‌گذارد.

در روی صفحهٔ اقلیدس، اگر یک مثلث را که شکلی هندسی و دارای سه پهلو است بکشیم، مجموع زوایای این مثلث ۱۸۰ درجه خواهد بود.

آری. به‌شرطی که لحظه‌ای در وجود هیچ چیز تردید نکرده کوانتوم دقت اندازه‌گیری و خطای مربوطه را در نظر نگیریم. در این هندسه از خارج خط راست بیش از یک خط موازی برای آن نمی‌توان کشید و فضا از هر سو تا بی‌نهایت امتداد دارد. دست‌یابی به بی‌نهایت؟!

فضای اقلیدسی یکی از شاعرانه‌ترین اگر نگوییم یکی از خیال‌بافانه‌ترین پدیده‌های فکر بشری است. بشر محدود نسبی، در این‌جا و برای اولین بار در طول زندگی فکری کوتاهش موفق شد به‌مطلق و بی‌نهایت دست یابد آن‌هم با چه سهولتی، فقط به‌کمک یک اشتباه!

آیا راهی برای خروج از این بن‌بست وجود ندارد؟ وقتی در بررسی آثار گذشتگان نوبت به‌هندسه می‌رسد ریاضی‌دان خوش‌فکر و نابغه‌ای به‌نام لوباچفسکی به‌خود می‌گوید: چه کسی گفته است که بیش از یک موازی نمی‌شود کشید؟ حال که اثباتی وجود ندارد و همه چیز بر پایهٔ خیال‌بافی است ما هم می‌گوییم که از نقطه خارج خط راست می‌توان دو موازی برای آن خط ترسیم کرد.

فضای خالی بین دو موازی لوباچفسکی را به‌فکر فرو می‌برد. برای او هنوز جای پیش‌رفت باقی است. درمورد موازی سوم چه‌طور؟ چهارمی؟ پنجمی؟ کلیهٔ خطوطی که بین دو موازی اول قرار می‌گیرند؟ آیا همه با خط اول موازی نیستند؟ چرا که نه؟ پس، از نقطهٔ خارج خط راست بی‌نهایت موازی می‌توان

برای آن کشید. تکلیف مجموع زوایای مثلث چه می‌شود؟ حتما کمتر از ۱۸۰ درجه. تکلیف خود فضا چه می‌شود؟ فضای لوباچفسکی واقع‌بینانه‌تر از فضای اقلیدس و فقط از یک سو نامحدود است. این فضا و خمیدگی آن‌را می‌توان به‌صورت زین اسب نشان داد که کلیهٔ اجرام و مواد و انرژی‌های جهان روی آن قرار گرفته‌اند.

چیزی نمی‌گذرد که ریمان - ریاضی‌دان جوانی که بعدا به‌جانشینی گاوس بزرگ در گوتینگن، ریاضیات آلمان و علوم جهان برگزیده می‌شود - از خود می‌پرسد چه‌گونه است که دنیا از یک سو محدود و از دیگرسو نامحدود است؟ اصولا چرا باید خطوط موازی نامحدود وجود داشته باشند؟ مگر در طبیعت چیزی به‌نام نامحدود وجود دارد؟ بنابراین از نقطهٔ خارج خط راست هیچ موازی نامحدود برای آن خط نمی‌توان کشید.

به این ترتیب هندسهٔ جدید و پرغوغایی به‌وجود می‌آید. هندسه‌ای که رسالت نهایی‌اش مشروعیت بخشیدن به‌نسبیت است. در این هندسه، مجموع زوایای مثلث بیش از ۱۸۰ درجه می‌شود. فضایی که هندسهٔ ریمان معرف آن است به‌مراتب واقع‌بینانه‌تر از فضای اقلیدس و هنوز واقع‌بینانه‌تر از فضای لوباچفسکی می‌نماید. فضایی محدود که روی خود بسته شده باشد. چیزی شبیه به‌کره.

خاصیت این فضا چیست؟ روی این فضا، فضانورد دلیر در مسافرت بی‌نهایت خود، به‌نقطهٔ شروع‌بازمی‌گردد. بحث دربارهٔ این سه هندسه بسیار است و هر کدام خواص خود را دارند. نکتهٔ جالب این است که قرن‌ها طول می‌کشد تا این دو نتیجهٔ فوق‌العاده زیبا و درخشان از هندسهٔ اقلیدس به‌دست آید.

تعجبی هم نیست. در فاصلهٔ زمانی بین اقلیدس و دو هندسهٔ اخیر، یعنی در قرون وسطی، بشریت شاهد قرن‌های گناهان هول‌ناک بوده است که در طی آن، پیروان کتاب مقدس، با سوء استفاده از ارستو، مشغول سوزانیدن تمامی‌افکار مترقی هستند و برگزیدگان ساختمان جهانی دانش را در

پرستش‌گاه‌های بی‌شمار قربانی می‌کنند، چرا که کـارگزاران دانش‌هـا بـه‌جای پرستش به‌شناختن پرداخته‌اند.

تفاوت فضای اقلیدسی با فضا یا مکان زیست واقعی ما چیست؟ آن چیست که فضای اقلیدس را چنین مغالطه‌آمیز می‌نمایاند؟

جواب به‌این سوآل تا مدت‌ها اذهان زیادی را به‌خود مشغول کـرده. امـروزه مشخص‌شده که اِشکال در کم‌بود فضای اقلیدسی نسـبت بـه‌طبیعت واقـعی مکان زیست ماست. فضای اقلیدسی فاقد زمان است. در نبودن زمان، فضا رقیق می‌شود، رقیق تا سرحد خلاء مطلق.

رقت فضای اقلیدسی به‌خاطر نبودن زمان است. فضای بدون زمان، اگر چنین چیزی بتواند وجود داشته باشد یا به‌تصور درآید، از جرم و انرژی نـیز خـالی می‌شود. به‌این ترتیب در فضای اقلیدس، حرکت نیز وجود ندارد.

نتیجهٔ جالب این‌که، فضای اقلیدس که طبق تـعریف بـا حـرکت نـقطه آغـاز می‌شود، اصولا نمی‌تواند آن‌گونه که مفهوم «وجود» تعریف مـی‌شود وجـود داشته باشد. فیزیک‌دانان، برای رهـایی از ایـن‌گونه مـغالطات سـرگیجه‌آور و خطرناک به‌ایجاد نوع جدیدی هندسه دست یازیده‌اند، هندسه‌ای کـه در آن مراد از نقطه، یک کمیت فیزیکی است.

نقطهٔ فیزیکی، در هر سیستم خاص و برای همان سیستم تعریف می‌شود. در نتیجه در هر مسالهٔ جدید نقطهٔ جدیدی به‌دست می‌آید. در یک سیستم، نقطهٔ فیزیکی می‌تواند به‌کوچکی هستهٔ اتم بوده در سیستم دیگر به‌بزرگی ستارگان آسمان باشد. اما در هر حال شیوهٔ تعریف آن یکسان است. نـقطهٔ فـیزیکی، کوچک‌ترین جزء قابل اندازه‌گیری سیستم مورد نظر است. باید توجه داشت که ابزارهای اندازه‌گیری نیز به‌سیستم مورد اندازه‌گیری مربوط می‌شوند. به‌سادگی می‌توان کره‌ای به‌قطر یک کوانتوم فاصله را به‌عنوان نقطهٔ فیزیکی تعریف کرد اما باید دانست که فیزیک‌دان هرگز از کمیتی که قادر به‌اندازه‌گیری آن نیست مثلا از $۱۰^{-۵۰}$ سانتی‌متر صحبت نمی‌کند.

وقتی نقطه دارای هیچ بعدی نیست، به عدم اشاره می‌کند و جای آن خارج از جهان فیزیک است. در داخل بادکنک هیچ نماینده‌ای از مطلق جا ندارد. نقطه اقلیدس، عدم مطلق، به ناجهان متافیزیک تعلق دارد.

فراکتال

هندسهٔ جدیدی از دل امکانات کامپیوتری جوشیده که به‌هندسهٔ فراکتال معروف است. هندسه‌های پیش گفته می‌توانند بخش عظیمی از مسائل را حل کنند. در واقع حل مساله یعنی این که بتوان با قدم‌های شناخته شده صورت مساله را چنان ساده کرد که به زیر ذره‌بین دانش‌های کنونی بیاید. یا با ابزارهای کنونی مورد شناسایی قرار بگیرد. نهایتا این که باید با کمک ابزارها منظم جلوه کند. با کمک هندسه‌های پیش‌گفته می‌توانیم به رفتار یک مثلث یا یک مربع یا یک دایره دقیق شویم اما آیا این همهٔ مساله است؟

برای شناسایی هندسی برگ درخت یا برای حل مسالهٔ برگ، می‌توان آن را به صورت مجموعه‌ای از مثلث‌ها و مربع‌ها و دایره‌ها در نظر گرفت و به اجزاء شناخته شده تبدیل کرد، اما به هر حال ضروری است به کل برگ نیز به عنوان پدیده‌ای هندسی بنگریم. ما علاقه داریم به ابر و به پَر و به دودکش و به کهکشان و به رودخانه و به جنگل نیز به عنوان اَشکال هندسی نگاه کنیم. این پدیده‌ها نامنظم‌تر از آن هستند که با ابزار اقلیدس بتوان در آنان نظامی ایجاد کرد. اما آیا در این بی‌نظمی هیچ دسته‌بندی نمی‌توان ایجاد کرد؟

برای توضیح این مقوله باید وارد ریاضیات نوین شویم. لااقل باید مقدماتی از ریاضیات گفت. اما ریاضیات امروزه دیگر به صورتی نیست که بتوان بدون ورود به ریزه‌کاری‌های فنی در موردش صحبت کرد. در پاسخ به این سوآل‌هاست که علم جدید موسوم به آشوب یا Chaos به راه افتاده که مهم‌ترین ابزارش احتمالا هندسهٔ فراکتال است. هندسهٔ آشوب و بی‌نظمی.

فراکتال خلق‌الساعه نیست. امتداد تکاملی همان هندسهٔ کلاسیک است و

تافتهٔ جدا بافته‌ای نیست. دو شاخهٔ مهم ریاضیات نوین به نـام‌های تـئوری فاجعه و تئوری آشوب معروف شده است. از آن‌جا که هر دو این شاخه‌ها در بسیاری امور روزمره مورد استعمال پیدا کرده شاید بهتر باشد آن‌ها را از روی کاربردشان توضیح دهیم.

به طور خلاصه دیدیم که هندسه زبانی ریاضی است که در مورد اَشکال گفتگو می‌کند. هندسهٔ اقلیدس یک هندسهٔ سنتی است. دارای چند مشخصه است. بیش از ۲۰۰۰ سال عمر کرده در نتیجه از دلش مقدار زیادی ریاضیات بیرون آمده.

اَشکال هندسهٔ اقلیدس بر مبنای یک اندازه یا مقیاس کشیده می‌شود و بـر همان مبنا تشریح می‌گردد. مثلا اگر بخواهیم شکل یک مداد را بکشیم آن را به طول یک صدم میلی‌متر یا به طول ده هزار کیلومتر نمی‌کشیم.

هندسهٔ اقلیدس برای اشیایی که به دست انسان ساخته شده بسیار مـناسب است. مثلا با آن خانه یا موتور می‌کشیم اما برای کشیدن ابر یا برگ درخت از آن استفاده نمی‌کنیم.

یکی دیگر از مشخصات مهم هندسهٔ اقلیدس این که نهایتا به وسیلهٔ روابط ریاضی یا فرمول‌ها توضیح داده می‌شود.

هندسهٔ فراکتال که بر مبنای تئوری آشوب بنا شده در واقع یک هیولای مدرن است. اولا پنج دهه بیش‌تر عمر ندارد. ثانیا هیچ نوع اندازه یا مقیاس مشخص و محدود کننده ندارد و می‌توانیم اشکال را هر قدر کوچک یا هر قدر بـزرگ کنیم. ثالثا برای نمایش اشکال طبیعی بسیار مناسب است و با آن به راحتی می‌توانـیم کـوه، بـرگ، مـیکروب و ایـن قـبیل را نـمایش دهـیم. چـهارمین خاصیتش این است که به وسیلهٔ معادلات ساده محدود نمی‌شود و می‌توانیم با برنامه‌های بسیار پیچیده به نام الگوریتم این اشکال را به وجود آوریم و در موردشان مطالعه کنیم.

به این ترتیب می‌توان از هندسهٔ فراکتال استفاده کرد و مدل اشیاء طبیعی را –

خواه کنارهٔ مضرس برگ، خواه پیچیدگی لبهٔ کهکشان – به دست آورد.
هندسهٔ فراکتال را می‌توان هندسهٔ طبیعت نامید. هندسهٔ کوه و درخت و کبوتر و گل. هندسهٔ کلاسیک تقریب اولیه‌ای از ساختار فیزیکی اشیاء به دست می‌دهد. در نظر گرفتن برگ به عنوان مثلث چیزی جز یک تقریب اولیه نیست. ریاضیاتِ فراکتالِ برگ یا ابر مقدار زیادی از خواص داخلی آن‌ها را نشان می‌دهد. در این هندسه با تقریب به مراتب کم‌تر می‌توان پدیده‌های طبیعی را بررسی کرد و در نتیجه می‌توان به جواب نزدیک‌تر شد. Chaos یک زبان جدید است. به محض این که آن را فرا بگیریم می‌توانیم شکل ابر را با همان دقتی نشان بدهیم که آرشیتکت شکل خانه را نشان می‌دهد. فرض کنیم در جایی کوهی داریم که پایین آن مسیلی هست و پایین دست مسیل دریچه‌ای. روی کوه مقداری برف نشسته. سوآل این است که با گرم شدن هوا و در اثر تغییرات درجه حرارت چه تغییراتی در محیط ایجاد می‌شود.
علوم سنتی قادر به حل این مساله نیست و در نتیجه با تقریب بسیار، رقمی را برای ذوب برف تخمین می‌زند و آب جاری شده را در مسیل‌ها تقسیم می‌کند. اما در هر حال از پیش‌بینی تاثیرات بالا آمدن سطح آب دریاچه روی درختان اطراف و محیط زیست به کلی عاجز است. در هندسهٔ فراکتال برعکس. مدل تشابهی فراکتال به زندگی شبیه‌تر از مدل کلاسیک است.
برای حل مسائل بغرنج دینامیک که دیگر حتا نمی‌توان صورت مساله را فرموله کرد، می‌توان از آن بهره برد و در مسائلی که حتا معادلات دیفرانسیل با مشتقات جزئی نیز برای بیان ریاضی صورت مساله پاسخ‌گو نیست کاربرد دارد.
در حالات بسیار بغرنج می‌توان از هندسهٔ فراکتال بهره برد. این دو شیوه را می‌توان مقایسه کرد:

فراکتال	اقلیدس
هیولای مدرن	داینوسور سنتی
پنج دهه	دو هزارسال
بدون اندازه یا مقیاس مشخص	بر پایهٔ اندازه یا با مقیاس مشخص کننده
مناسب اشکال طبیعی	مناسب اشیاء ساخت انسان
با الگوریتم اداره می‌شود	به وسیلهٔ فرمول توضیح داده می‌شود

تا قبل از دانستن این هندسه، تمام تصاویر ما از جهان بسیار کودکانه است. تازه پس از این ریاضیات است که ما شروع به دیدن جهان می‌کنیم. این را باید ریاضیات جهان یا ریاضیات طبیعت نامید.

هندسهٔ کلاسیک که برگ را به شکل مثلث در می‌آورد تقریب اول است. ریاضیات کلاسیک بیش‌تر به درد محصولات تکنولوژی می‌خورد یا برای نمایش معماری مناسب است و زیاد به خود طبیعت ربطی ندارد.

استفاده‌های هنری این هندسه حیرت انگیز است. هم در مقولهٔ هنر برای هنر و هم در مقولهٔ هنر در خدمت علوم. سینمای کامپیوتریِ بدون هنرپیشه با کمک این بخش از ریاضیات مقدور شده است.

به نظر می‌رسد بعضی هنرمندان کلاسیک از قبل وجود چنین امکانی را حدس زده‌اند. تابلو موج بزرگ کانازاوا اثر هوکوسای Hokusai مانند یک C بزرگ که خودش را تکرار می‌کند یک نمونه است. کارهای عکاسانی مانند آنسل آدامز، کوه ویلیام‌سون، سیرا نوادا نمونهٔ دیگر است.

اما از همه مهم‌تر کارهای اشر است برای پرکردن صفحه. تابلو گرد اشر که خدا و شیطان تمامی صفحهٔ مدور را پر کرده‌اند ارتباط واضح و تنگاتنگی با فراکتال دارد و این در حالی است که اشر از علم فراکتال چیزی نمی‌دانست. وقتی نوبت پدیده‌ای برسد به اذهان مختلفی متبادر می‌شود. در هر حال در بسیاری از کارهای اشر می‌توان تقارن غیر اقلیدسی را به وضوح مشاهده کرد. هانری پوانکاره که گفته‌اند آخرین دانش‌مند جامع‌الاطراف سیاره است سال‌ها

قبل دارای طرح‌های فراکتال است. اشر با ریاضی‌دان‌ها نزدیک‌تر بوده تا با هنرمندها. او را میان گودل و باخ نشانده‌اند.

کوکستر H. S. M. Coxeter فراکتالیست معروف که از علاقه‌مندان اشر است کارهای خود را برای او می‌فرستد. در مقالهٔ هندسه‌دان مشهور دو تا از کارهای اشر چاپ شده است. برخورد اشر جالب و خواندنی است :

> آیا من هرگز از شما سپاس‌گزاری کرده‌ام؟ من با دیدن مقالهٔ شما بسیار شادمان شدم و بسیار افتخار کردم که دو تا از طرح‌های مسطح خود را دیدم. اگر چه مطالب مقاله شما بسیار بالاتر از سطح یک انسان سطح پرکن سادهٔ خود ساخته است اما برخی از اشکال شما مرا دچار شوک کرد.

و این دقیقا همان شوکی است که هر کس اولین بار با فراکتال مواجه می‌شود دچار می‌آید.

به گفتهٔ گالیله، در کتاب بزرگ جهان فلسفه نوشته شده است. این کتاب دائما زیر چشمان خیرهٔ ما باز است. اما مطالبی که در کتاب جهان نوشته شده غیر قابل درک است، مگر آن که اول و قبل از هر چیزی زبانی که کتاب با آن نوشته شده بیاموزیم. این زبان ریاضی است که باید یاد بگیریم و الفبا و علائم آن «مثلث» و «دایره» و سایر اشکال هندسی است. بدون آن‌ها غیر ممکن است بتوانیم حتا یک کلمه از کتاب فلسفهٔ جهانی را درک کنیم. بدون این الفبا و علائم و زبان ، انسان در لابیرنت هزارتوی ظلمات به سرگشتگی دچار می‌شود.

ریاضیات دارای بالاترین درجهٔ تجرید و انتزاع است در نتیجه حتا از موسیقی هم شاعرانه تر است. موسیقیِ فراکتال هم به دنبال نقاشیِ فراکتال آمده است. اکنون همه منتظر شعر فراکتال هستیم. زیاد طولی نخواهد کشید که حتا فرهیخته‌ترین نگاه‌ها از تشخیص دادن فرق بین محصولات فراکتال و طبیعی عاجز بمانند.

رنگ

هنوز هم آسمان زیباترین چیزی است که چشم می‌تواند ببیند. به راستی شگفت‌انگیزترین پدیدهٔ محیطی آسمان است. دو چیز کانت را به شگفت می‌آورد: آسمان پر ستارهٔ بالای سر و وجدان انسانی اعماق وجود. بالاخره راز شگفتی و زیبایی آسمان را دریافتیم. هرگاه به آسمان بنگریم اولین عاملی که جلب نظر می‌کند رنگ زمینهٔ آن است. رنگ آسمان با تغییر ساعات شبانه‌روز، با کم و زیاد شدن درجهٔ حرارت و با نوسانات جوی دائما تغییر می‌کند. رنگ آسمان گویای بسیاری از رازهاست. رنگ اصلی آسمان را طیف بسیار گسترده‌ای از آبی‌های بسیار روشن تا آبی‌های بسیار تیره تشکیل می‌دهد. این آبی‌ها شامل تمام انواع آبی پروس و آبی لاجورد (از رنگ‌های اصلی تخته شصتی نقاشان رنگ و روغن) و تمامی ترکیبات آن‌ها با تمامی انواع سفید و سیاه است. سایر آبی‌های شناخته شده نیز در ساختار رنگ آسمان دخالت می‌کند.

رنگ دیگری که باید مورد توجه قرار گیرد خاکستری است. طیف گسترده‌ای از خاکستری‌ها شامل هر سه نوع گرم و سرد و خنثا را می‌توان از زمین مشاهده کرد. تقریبا نمونهٔ تمام ترکیبات سفیدهایی مانند روی یا نقره یا تیتانیوم با انواع سیاه‌ها مانند دودهٔ چراغ یا سوختهٔ عاج را می‌توان در آسمان دید. آبی و خاکستری به کنار، طیف رنگ‌های گرم شامل زرد و نارنجی و قرمز و بنفش قرمز در مواقع مختلف در آسمان قابل مشاهده است. آسمان به واقع بیش از امکانات بینایی رنگ در اختیار چشم ما قرار می‌دهد. در فیزیک رنگ جزئیات این رنگ‌ها بررسی شده در فیزیولوژی بینایی امکانات رنگ‌بینی مورد دقت قرار گرفته. بیش از ۶۰۰ هزار سلول بینایی برای دیدن رنگ‌ها در اختیار بشر قرار گرفته اما شمار رنگ‌های آسمان به مراتب بیش از این است.

دیدن رنگ‌های آسمان یک چیز است، تشخیص یا recognition آن‌ها یک چیز و یادآوری یا recall آن‌ها چیز دیگر. اکثر مردم می‌توانند بیش از صد

رنگ را تــمیز بــدهند. اگــر اخــتلاف نگـاه فـیزیک‌دان‌هـا و هـنرمندان و رنگ‌شناسان را فعلا نادیده بگیریم در این صورت رنگ‌ها در یازده خـانواده مجتمع می‌شوند: قرمز، نـارنجی، زرد، سـبز، آبـی، نـیلی، بـنفش، قـهوه‌ای، خاکستری، سفید، سیاه. وقتی سفید و سیاه و خاکستری را جزو خانوادهٔ رنگ به شمار می‌آوریم باید مراقب باشیم. این هر سه یک خانواده‌انـد. یک خـانوادهٔ بسیار بزرگ. اکنون فرض کنیم ما تمامی این یـازده خـانواده را مـی‌بینیم و می‌شناسیم.

عدهٔ زیادی از مردم قادر به دیدن بعضی از این رنگ‌ها نیستند. تعداد رنگ‌های داخل هر خانواده به واقع بی‌شمار است. ما فـقط قـادر بـه شـناسائی تـعداد محدودی از این رنگ‌ها هستیم. لحظه‌ای به قرمزها یا به زردها بیندیشیم. مگر ما چند زرد می‌شناسیم؟ مـثلا اگـر از هـر خـانواده بـتوانـیم ۱۰۰ رنگ بشناسیم که این به معنای تمیز دادن ۱۰۰ زرد از یکدیگر است، آنگاه جمعا ۱۱۰۰ رنگ شناخته‌ایم و این در مقایسه با امکانات بینایی ناچیز است. تازه هنوز رنگ‌های بسیاری را در آسـمان مـی‌توان دیـد کـه روی پـالت زمـینی نمی‌توان تکرار کرد. این رنگ‌ها سرچشمهٔ الهام و تخیل شاعرانه است. چرا که این سرخی بعد از سحرگه نیست. گذشته از نوع رنگ‌هـا، جـنس رنگ‌هـای آسمان نیز مهم است. رنگ‌هایی که ما می‌بینیم از نظر جنس به سه خانوادهٔ اصلی تقسیم می‌شوند.

۱ - رویه‌رنگ یا رنگ سطوح
۲ - انباشت‌رنگ یا رنگ فیلم
۳ - عمق‌رنگ یا رنگ حجم

نوع اول رنگی است که ما بیش از همه با آن آشناییم. رنگی که روی اشیاء می‌بینیم. رنگ اجسام و رویه‌ها که به نظر جامد می‌رسد. رویـه‌رنگ مـانعی است که دیگر نمی‌توانیم فراتر از آن‌را ببینیم.

جای انباشت رنگ یا فیلم‌رنگ دقیقا مشخص نیست. فیلم‌رنگ‌ها اکثرا اما نه

همیشه، به نظر ترانسپارانت یا حاکی ماورا می‌رسند. شبیه رنگ‌هایی که در رنگین‌کمان دیده می‌شود. این رنگ‌ها تا حدودی بافت اسفنجی دارند. به نظر می‌رسد که این رنگ‌ها دارای سطح نیستند و ناظر کم و بیش احساس می‌کند می‌تواند به داخل فیلم‌رنگ نفوذ کند. اگر در صحرا یا محوطهٔ باز به پشت روی زمین بخوابیم و به آسمان خیره شویم پس از مدتی آسمان احساس گسترده‌ای از فیلم‌رنگ را به وجود می‌آورد. حباب‌های بی‌رنگ که مجموعه‌اش رنگ آسمان را برای شما می‌سازد.

رنگ حجم احساسی سه بعدی در بیننده به وجود می‌آورد. تا حدودی مه‌گون و ابری اما حتما حاکی ماوراء یا ترانسپارانت است. می‌توان اشیاء را از ورای آن دید. به محض این که از میان مه قادر به دیدن چیزی باشیم احساس رنگ حجم به وجود می‌آید. احساس ژرفا.

آسمان اگر چه در بیش‌تر مواقع دارای رنگ فیلم است اما کم نیست اوقاتی که احساس انواع دیگر رنگ را ایجاد می‌کند. گاه حتا احساسی از رنگ رویه می‌دهد. مثل این که پارچه یا مشمای سیاهی بر آسمان کشیده‌اند. در واقع کل آسمان ابری شود تاریک، چو دیوار ایستد در پیش چشمانت.

شب

وقتی از آسمان سخن می‌گوئیم بیشتر مقصودمان آسمان شب است. قسمت اعظم آن‌چه شب‌ها درآسمان دیده می‌شود خورشیدهای مختلفی هستند که به کهکشان راه شیری تعلق دارند. در واقع وقتی شب با چشم غیر مسلح به آسمان نگاه می‌کنیم در حدود شش‌هزار ستاره می‌بینیم. غیر از ماه و چهار پنج عضو اصلی خانوادهٔ منظومهٔ شمسی، و غیر از یکی دو استثناء کهکشانی، بقیهٔ آن‌چه می‌بینیم ستاره‌است. این ستاره‌ها عینا مانند خورشید خود ما هستند بعضی پُرنورتر بعضی کم‌سوتر. تودهٔ گاز و پلازما. یعنی در شب شش‌هزار خورشید در آسمان داریم. چرا این خورشیدها این قدر کوچک و کم نورند؟

ستارگان کوچک و کم نور نیستند، از ما بسیار دورند.

لفظ کهکشان به خاطر سفیدی جادهٔ آسمانی است که از روی آن با گاری کاه برده‌اند. کاه بر «زمین!» ریخته راه را سفید کرده است. این لفظ در قدیم به‌طور اختصاصی برای «کهکشان راه شیری» استفاده می‌شد در حالی که خود کهکشان هنوز کشف نشده بود. امروز «کهکشان» معادل Galaxy است و برای کهکشان خودمان لفظ Milky Way که همان راه شیری است به صورت تحت‌اللفظی ترجمه شده است.

کهکشان راه شیری دوکی شکل بوده شب‌ها به‌صورت راه سفید رنگی از شمال به‌جنوب دیده می‌شود. به همین جهت آن را راه مکّه هم نامیده‌اند. جاده بودن این سایهٔ سفید آسمانی چنان مسجل بوده که بعضی شعرا هنگام پیمودنش گاری چپ کرده‌اند.

این کهکشان شامل دویست میلیارد خورشید است و خورشید منظومهٔ شمسی در گوشه‌ای از آن قرار گرفته. درآسمان اجرام دیگری نیز دیده می‌شود که به راه شیری تعلق نداشته به کهکشان‌های دیگر وابسته‌اند. به‌طور کلی ستارگان در فضا پراکنده نیستند و معمولا در مجموعه‌هایی به نام کهکشان مجتمع شده‌اند. هر کهکشان از اجتماع یک‌صد تا دویست هزار میلیون ستاره به وجود آمده است.

برای این‌که بتوانیم به‌سهولت این بحث را ادامه دهیم خوب است درمورد اعداد بسیار بزرگ احساسی پیدا کنیم.

هرسال سی و یک و نیم میلیون ثانیه است. اگر ما بخواهیم سلسلهٔ اعداد طبیعی را از یک تا میلیارد شمرده برای شمارش هر عدد فقط یک ثانیه وقت صرف کنیم و این کار را بی‌وقفه ویک نفس انجام داده حتا شب‌ها نیز نخوابیم و بشماریم، برای شمارش از یک تا میلیارد، به‌سی و یک سال و هشت ماه وقت احتیاج داریم. یعنی اگر حاضر به اضافه‌کاری نبوده فقط روزی هشت ساعت کار کنیم، شمارش این عدد ۹۵ سال طول می‌کشد. بنابراین برای

منجمی که روزی هشت ساعت بیش‌تر کار نمی‌کند، چون با اتمام شب کـار شمارش تمام خواهد شد، شمارش کل خورشیدهای کهکشان خود ما یعنی راه شیری نوزده هزار سال طول خواهد کشید. اکنون سوآل مشـخص ایـن کـه منجم چه‌گونه این همه خورشید را می‌شمرد؟ در واقع او خـورشیدها را تک شماری نمی‌کند. برای این منظور از مـحاسبهٔ جـرم مـخصوص یـا درخشش قسمتی از فضا بهره می‌برد. بخش کوچک اما شناخته شده‌ای از فضا را الگوی شناسایی تمام فضا قرار می‌دهد.

وقتی از راه دور به یک کهکشان نگاه کنیم فاصله‌ای بین ستارگان نزدیک آن تشخیص نمی‌دهیم. اگرچه از دور یعنی از کهکشان‌های دیگـر کـه بـنگریم تمامی‌این خورشیدها نقاط بسیارنزدیک هم به‌نظر می‌رسند اما فواصل ایـن خورشیدها در مقایسه با ابعاد زندگی ما واقعا بعید است. به‌عنوان مثال فاصلهٔ خورشید ما با همسایهٔ دیواربه‌دیوارمان چهار سال نوری است که صحبت از فاصلهٔ عظیم چهل تریلیون یا $۴*۱۰^{۱۳}$ کیلومتر است. اما بعید به‌نظر می‌رسد منجمی که روی کهکشان آندرومد نشسته است قادر به‌دیدن فاصله‌ای بین ما و ستارهٔ همسایه‌مان باشد مگر این‌که تلسکوپ نوری او به‌مراتب از بهترین تلسکوپ‌های نوری خود ما بهتر کار کند. فراموش نکنیم که تلسکوپ هابل در داخل کهکشان راه شیری توانسته فاصله‌های به مراتب کـم‌تر مـانند فـاصلهٔ ستاره و سیارهٔ کشف شدهٔ سال ۱۹۹۵ را اندازه‌گیری کند.

عرض کهکشان راه شیری بسیار کم‌تر از طول آن است. برای پیمودن عرض راه شیری فقط سی هزار سال نوری وقت لازم است در حالی کـه طـول آن درحدود دویست هزار سال نوری است.

باید توجه داشت که سـال نـوری مـقیاس فـاصله است، امـا مـی‌توان بـرای سنجیدن «زمان فاصله» نیز از آن استفاده کرد. در هر حال به‌طور طبیعی گفته می‌شود طول کهکشان دویست هزار سال نوری است. یعنی نور بـا سـرعت ۳۰۰ هزار کیلومتر بر ثانیه برای پیمودن آن به ۲۰۰ هزار سال زمان نیاز دارد.

آن‌چه از دور شبیه خورشیدی بزرگ به‌نظر می‌رسد یک مجموعهٔ خورشیدی است که در حدود صد میلیون خورشید را شامل می‌شود. خورشیدی بزرگ شامل صد میلیون خورشید. این مجموعه در مرکز کهکشان قرار دارد.

به‌علت وجود ابرهای فضایی، قادر به دیدن مرکز کهکشان راه شیری نیستیم واطلاعات خود را دربارهٔ مرکز این کهکشان، از شیوه‌های غیر مستقیم از جمله مطالعهٔ کهکشان‌های متشابه به‌دست می‌آوریم.

ابرها یا غبارهای فضایی اغلب از جنس گاز هیدروژن هستند. این ابرها صحنه‌های بدیعی را در فضا به‌وجود آورده‌اند. در کهکشان راه شیری از این ابرهای فضایی یا غبارهای کهکشانی به مقدار زیاد وجود دارد. برخی از آن‌ها بقایای ستارگان قدیمی هستند وبعضی دیگر درحال ایجاد ستارگان جدید. بعضی از این ابرها تاریک هستند زیرا غبار کهکشانی درآن‌جا به‌قدری ضخیم است که حاجب ماوراء می‌شود. یکی از آن‌ها بین ما و مرکز کهکشان راه شیری قرارگرفته است.

غبارهای روشن مثل اوریون (Orion) در اثر نور ستارگانی که داخل آن ایجاد شده روشن و درخشان گردیده است. نوری که از ستارگان داخل اوریون ساطع می‌گردد، اول جذب سایر قسمت‌های این غبار شده سپس توسط اتم‌های این غبار منتشر می‌شود. وزن مخصوص یا پراکندگی چنین غباری درحدود ۶۰۰ اتم دریک سانتی‌مترمکعب است. دربعضی ابرهای کوچک‌تر وزن مخصوص خیلی بیش‌تری مشاهده می‌شود. مقدارماده‌ای که داخل این غبار وجود دارد برای ایجاد ۱۰۰ هزار خورشید کافی است. به‌همین دلیل در گازهایی مثل اوریون وقتی ستاره‌ها متولد می‌گردند، نه یک ستاره، که خوشهٔ بزرگی از ستاره پدیدمی‌آید. از این خوشه‌ها درکهکشان راه شیری می‌توان دید. مثلا خوشهٔ کروی که از خوشه‌های قدیمی‌است درحدود ۱۰۰ هزار ستاره دارد.

سیاراتی مانند زمین بسیار کوچک‌تر و بی‌نورتر از آن هستند که از فواصل بعید قادر به‌دیدن‌شان باشیم، اما نشانه‌های وجود این سیارات از هم‌اکنون دیده

می‌شود واین به واسطهٔ دیدن کسوف‌های جـزئی خـورشیدهای دوراست. در پایان قرن بیستم، هابل موفق به کشف عملی این سیارات شده است. از آن‌جا که تعداد زیادی خورشید، شبیه به‌خورشید خود ما در کهکشان قراردارد احتمال وجود زیست در کهکشان ما بسیار زیاد است.

کهکشان‌ها خـواص جـالبی دارنـد، بـه‌عنوان مـثال مـی‌توان از شـیوهٔخاص گردهم‌آیی آن‌ها در سیستم بزرگ‌تر «خوشه» نام برد. در هر خوشه چندین ده تایی کهکشان مجتمع گریده‌اند. یکی از معروف‌ترین این گروه‌ها خوشهٔ سنبله یا Virgo است.

کهکشان‌ها نسبت به‌یکدیگر ساکن نبوده ضمن حرکت کلی و دور شدن از هم و چرخش به‌دور یکدیگر، باهم برخورد مـی‌کنند کـه حـاصل آن انـفجارهای عظیم فضایی است. اخیرا به‌نظر رسیده درحدود دو هزار میلیون سال پیش، کهکشان راه شیری دچار یک فاجعهٔ عظیم گشته با کهکشان دیگری برخورد کرده است. شواهد علمی تایید کنندهٔ این نظریه بسیارند اما این دلایل هنوز تکمیل نشده‌اند.

دربارهٔ خواص خوشهٔ کهکشان‌ها بسیار می‌توان گفت. یکی از زیباترینش این که خوشه به مـجموعهٔ بـزرگ خـوشه‌های کـهکشانی تـعلق دارد. مـجموعهٔ خوشه‌ها را «جهان» می‌نامیم.

به این ترتیب برای اولین بار لفظ جهان به مفهوم امروزی پدید می‌آید.

«جهان» یک مجموعهٔ کهکشانی است که تاکنون هزاران مـیلیون آن‌هـا در تمام جهات فضا رصد شده است. فقط مسـالهٔ سـاختن تـلسکوپ‌های بـهتر مطرح است تا به‌این تعداد اضافه شود.

جهان دارای خواص بسیاری است که مقداری از آن کشف شده. بـه عـنوان مثال، عناصر اولیهٔ شیمیایی نظیر آن‌چه خود در این‌جا داریم، در جاهای دیگر کشف کرده‌ایم. این کار با کمک تجزیهٔ نور آن‌ها انجام گردیده به طوری که می‌توان گفت شیمی جهان در همه‌جا یکسان است و حتا بیش از آن، امروزه

می‌توان گفت شیمی جهان شیمی هیدروژن ـ هلیوم است.

مهم‌ترین خاصیت جهان کهکشان‌ها این کـه اعـضاء آن یـعنی کـهکشان‌ها درحال حرکت و دور شدن از یکدیگر هستند. این به جـهان کـنونی ابـعادی بزرگ و مافوق تصور می‌دهد. برای آن‌که مثالی از عظمت جهان کنونی داده شود، فرض کنیم تمامی اجرام شناخته شده را با چگـالی یکسـان در جـهان کنونی پخش کنیم، دراین صورت در مکعبی به ابعاد ۳۰کیلومتر فقط یک دانهٔ کوچک شن قرار می‌گیرد.

از آن‌جا که ظاهرا حرکات اجرام بسیار نزدیک نیز در آسمان به کُندی انجام می‌گیرد، ازکجا می‌دانیم اجرام از هم دور می‌شوند؟ از تجزیهٔ نورهای آنان و با استفاده از خاصیت فیزیکی موسوم به اثر داپلر. همهٔ ما از ماشین‌های در حال حرکت که بوق خود را به صدا در آورده‌اند تجربیاتی داریم و می‌دانیم صدای بوق ماشین هنگامی که به‌سوی ما می‌آید، با هنگامی که از ما دور مـی‌شود تفاوت می‌کند. دلیل این امر مربوط به کوتاهی و بلندی طول امواج است که بررسی آن در تئوری ارتعاشات انجام می‌شود. نور نیز موج است.

می‌دانیم طیف نـور کـه خـود جـزء بسـیار کـوچکی از خـانوادهٔ بـزرگ امـواج الکترومغناتیس به شمار می‌رود از نورهای مختلف تشکیل شده است: ماوراء بنفش، بنفش، نیلی، آبی، سبز، زرد، نارنجی، قرمز، مادون قرمز. بنا به اصل داپلر، هرگاه جسمی به ناظری نزدیک شود و ناظر نوری را که از آن جسم به او می‌رسد تجزیه کند، این نور به سوی آبی متمایل است. هرگاه دو جسم از هم دور شوند، این نور به قرمز متمایل مـی‌گردد. البـته تـوقع نـخواهـیم داشت اتومبیل‌های نزدیک شونده را آبی و اتومبیل‌های دورشونده را قـرمز بـبینیم مگـر این‌که سـرعت ایـن اتـومبیل‌ها زیـاد بـاشد. و از سـرعت زیـاد، مـراد سرعت‌های قابل قیاس با سرعت نور است.

با استفاده از این اصل، وقتی که طیف نورهای واصله از کهکشان‌های دیگر به ویژه کهکشان‌های دور را بررسی می‌کنیم می‌بینیم که این طیف، انحرافی به

قرمز از خود نشان می‌دهد. این به دور شدن کهکشان‌ها دلالت می‌کند. کهکشان‌ها هرقدر دورترباشند، انحراف نورشان به‌سوی قرمز بیش‌تر است که این خود حکایت از سرعت نسبی بیش‌تر می‌کند. به‌این ترتیب است که ما در جهانی منبسط شونده زندگی می‌کنیم که هرلحظه ابعاد آن بیش‌تر می‌گردد.

گسترش جهان به‌چه دلیل است وتاکجا ادامه پیدامی‌کند؟ آیا این گسترش دارای سرآغازی هم هست؟ برای جواب به این سوآل باید درخواص فیزیکی جهان کنونی مطالعهٔ دقیق‌تری بکنیم. یک سناریوی پیش‌نهاد شده:

دور شدن کهکشان‌ها از یکدیگر باعث خواهد شد درجهٔ حرارت داخلی این سیستم رفته رفته نقصان پیدا کند. انرژی داخلی ذرات در سطح وسیع‌تری از فضا منتشر گردد. این باعث بزرگ‌تر شدن کهکشان‌ها می‌گردد. انبساط باعث خواهد شد نیروهای نگه‌دارندهٔ کهکشان، به صورت مجموعهٔ خورشیدها، کم و کم‌تر گردد. به تدریج این توده‌های جرم به پایان انرژی جنبشی و حرارتی خود نزدیک‌تر شده، در نتیجه متلاشی می‌گردند. در حد نهائی، جهان عظیم‌تر از هر حد قابل تصور منبسط می‌شود.

در چنین مرحله‌ای است که حتا ذرات داخل اتم‌ها نیز دارای نیروی کافی برای نگه‌داری شکل اصلی اتم نخواهند بود. سراسر جهان را خمیرمایهٔ اصلی جهان یعنی ذرات سازندهٔ اتم هیدروژن تشکیل خواهد داد. جهان فوق‌العاده رقیق خواهد شد و تمامی اجرام به صورت پودر یا غبار فضایی در می‌آید. این غبار در سطح جهان به طور یکنواخت پراکنده خواهدشد. در واقع تمامی جهان از ذرات بسیار ریزتر از ذرات داخلی اتم‌ها پر می‌شود.

کوارک‌ها. کوچک‌ترین ذراتی که خواص مادی و موجی هردو را از خود نشان می‌دهند و خمیر مایه‌های اصلی ماده و انرژی محسوب می‌شوند. فراموش نکنیم که جرم و انرژی به یکدیگر تبدیل نشده بل‌که هر دو در اصل یک چیز واحدند. در این حالت است که درجهٔ حرارت به حدود ۲۷۳- درجهٔ سانتی‌گراد رسیده نیروی جاذبهٔ بین ذرات این غبار لطیف کم‌کم باعث ترمز انبساط

می‌شود. مرحلهٔ اول تمام شده مرحلهٔ دوم آغاز می‌گردد.

انقباض و انبساط

بنا به خاصیت هندسی فضا، ذرات پراکنده دوبه‌دو، و سپس سه‌به‌سه و چهاربه‌چهار و... شروع به گردهم‌آیی نموده به همدیگر نزدیک می‌گردند. کم‌کم می‌روند تا ماده یعنی اتم‌ها را به وجود بیاورند. جرم‌ها شروع به پیدایش کرده سپس اجرام یکدیگر را جذب می‌کنند. هرچه این عمل ادامه پیدا کند سرعت آن نیز بیش‌تر می‌شود تاجایی که رفته‌رفته یک کرهٔ بزرگ از کلیهٔ اجرام، فضاها و زمان‌ها تشکیل خواهد شد. این گوی که در بر گیرندهٔ کلیهٔ اجرام جهانی است و به cosmic egg یا آتش‌گوی نخستین معروف است، دراثر ثقل مرکز خود فشرده‌تر شده درجهٔ حرارتش بالاتر می‌رود. تا جایی که درنهایت امر، یک گوی داغ از اجرام و زمان‌ها تشکیل شده و باقی همه هیچ. وزن مخصوص این گوی آن‌قدر زیاد خواهد بود که یک انگشتانه از مادهٔ تشکیل دهندهٔ آن میلیون‌ها تن وزن خواهد داشت. دراین حالت آتش‌گوی نخستین دارای فشردگی و نور بسیار بسیار... زیاد خواهدبود. فشردگی نهائی. آن‌چه از آن فشرده‌تر نمی‌توان محاسبه کرد. هنگامی که این گوی به‌نهایت تکامل خود، در نهایت درجهٔ حرارت و جرم رسید انرژی داخلی باعث انفجار آن خواهد شد.

این انفجار درعلم نجوم به‌انفجار بزرگ یا مه‌بانگ یا BIG BANG موسوم است. در اثر آن، ذرات گوی، مانند تراشه‌هایی از برادهٔ مذاب آهن که از جوش‌کاری حاصل می‌گردد، درتمام جهات منتشر می‌شود. هر تراشهٔ داغ این کره یک خوشهٔ کهکشانی را می‌سازد و هر خوشه در داخل خود چندین کهکشان را به‌وجود می‌آورد و هر کهکشان میلیون‌ها خورشید را. کهکشان‌ها شروع به‌دور شدن از یکدیگر خواهند کرد و این همان چیزی است که در حال حاضر در فضا شاهد آن هستیم که البته بیش‌تر به خواب و خیال می‌ماند.

این نظریه برمبنای اکتشافات علمی قرار دارد. نکتهٔ اول کشف دور شدن کهکشان‌هاست که امروزه نه تنها امری مشخص شده است، بل‌که حتا توانسته‌ایم سرعت نسبی آن‌ها را نیز محاسبه کنیم. نکتهٔ دوم کشف وجود کهکشان‌ها درکلیهٔ جهات و حرکت آن‌ها در جهات مختلف است. برای ما فقط مسالهٔ ساختن تلسکوپ‌های قوی‌تر مطرح است تا چندین هزار کهکشان جدید را که در جهات دیگری نیز در حرکتند ببینیم. نکتهٔ سوم اندازه‌گیری درجهٔ حرارت فضای «خالی» است.

در یک کورهٔ آجرپزی یا سفال گری که دارای پنجره‌ای برای دیدن اشیاء داخل آن است به‌نسبت گرمای داخل کوره اشکال مختلفی می‌بینیم به‌طوری که اگر در این مورد ورزیده باشیم فقط با دیدن اشیاء داخل کوره می‌توانیم درجهٔ حرارت داخل آن‌را حدس بزنیم. این امر توسط یک پدیدهٔ طبیعی موسوم به امواج حرارتی توضیح داده می‌شود.

بررسی امواج حرارتی فضاهای بین کهکشان‌ها، درجهٔ حرارت فضای خالی را در حدود ۳ درجهٔ کلوین یعنی تقریبا حدود ۲۷۰- درجهٔ سانتی‌گراد نشان می‌دهد که هنوز در حدود ۳ درجه گرم‌تر از صفر مطلق است. این امر به‌ما امکان محاسبهٔ زمان دور بودن از انفجار بزرگ را می‌دهد. تلسکوپ هابل به دمای کم‌تر از ۱ درجه اختلاف نیز رسیده است.

نکتهٔ دیگر صدای این انفجار است. وقتی منجمین کمبریج و ام.آی.تی. مشغول اندازه‌گیری درجهٔ حرارت جهان خالی بودند بعضی با خود فکر کردند صدای این انفجار نمی‌تواند از بین رفته باشد. البته منظور از صدا، امواج صوتی به‌صورتی که با آن آشنایی داریم نیست، این‌ها نیز یک سری امواج الکترومغناتیس هستند که با طول موج دیگری منتشر می‌گردند.

برای شنیدن این صدا گوش‌هایی ساخته می‌شود. این گوش‌ها نیز نوع ویژه‌ای از رادیو تلسکوپ هستند. از آن‌جا که بهترین طول موجی که می‌شد با آن شروع کرد طول موجی است که رادیوهای روی کرهٔ زمین و پدیده‌های طبیعی

با آن موج ساطع نمی‌کنند، طول موج هفت سانتی‌متر انتخاب می‌شود. در کمال تعجب و شعف شنوندگان، کامپیوترها شروع به‌ضبط صدا می‌کنند. برای آزمایش دقیق‌تر، گوش‌ها به‌جهات مختلف برگردانده می‌شود اما همیشه همان صدا و با همان طول موج به‌طور یکنواخت در کل جهان پراکنده است. این صدا که متعلق به چند هزارم ثانیه بعد از انفجار بزرگ است، اولین آگاهی ما از جهان به شمار می‌آید. این صدا که مؤید اشعۀ زمینۀ ۳ درجۀ کلوین است در کمبریج روی طول موج ۲۱ سانتی‌متر نیز مجددا شنیده می‌شود.

آیا چرخۀ انفجار بزرگ – انبساط بزرگ – انقباض بزرگ – انفجار بزرگ قبلا هم رخ داده است؟ آیا بعدا هم رخ می‌دهد؟ آیا این سیکل به طور متناوب اجرا می‌شود؟ تاکنون چندبار اتفاق افتاده یا چند بار پس از این اتفاق می‌افتد؟

ما نمی‌دانیم و فعلا نمی‌توانیم بدانیم. برای ما ساعت جهانی از لحظه‌ای شروع به‌کار می‌کند که انفجار بزرگ رخ داده است. ما می‌دانیم که اکنون درمرحلۀ گسترش یکی از چرخه‌های این جهان هستیم.

انفجار بزرگ در زمان تقریبی ۱۴ میلیارد سال قبل رخ داده (سیزده میلیارد و هفتصد میلیون) یعنی تولد جهان کهکشانی کنونی چهارده میلیارد سال پیش از یک آتش‌گوی نخستین رخ داده است و از آن به بعد جهان دائما منبسط می‌شود. به غیر از این نکات، امروزه ماهواره‌های مطالعاتی دلایل متعددی برای پذیرفتن انفجار بزرگ در اختیار دانش‌مندان گذاشته‌اند. در همین زمان اِشکال گیری‌های علمی نیز شروع شده است. بسیاری از دانش‌مندان به انبساط بزرگ شک دارند و مادۀ سیاه یا Dark Matter همینطور انرژی تاریک، هنوز آزمایش‌گاهی نشده است. جهان از گاز هیدروژن، از اتم‌های باردار هیدروژن و از هسته‌های اتم هیدروژن به‌وجود آمده. درحدود ۹۹ درصد ماده‌ای که جهان را تشکیل می‌دهد به حالت پلازما است. پلازما مرحله نهایی حالات مختلف ماده یعنی جامد، مایع و گاز است. اگر یخ جامد حالت اول آب باشد پس از حرارت دادن آب مایع به دست می‌آید که حالت دوم ماده است.

اگر بازهم به حرارت دادن ادامه دهیم بخار آب به دست می‌آید که حالت سوم ماده است و اگر بازهم به این کار ادامه دهیم بخار بسیار داغ و یونیزه می‌شود یعنی مقداری از اتم‌های تشکیل دهندهٔ آن آزاد می‌شوند. حتا در داخل خود این اتم‌ها هم زیر تاثیر حرارت بسیار بالا مقداری از الکترون‌ها آزاد می‌شوند و در این حالت ما با حالت چهارم ماده یا همان پلازما سر و کار داریم.

پلازما یا حالت چهارم ماده بسیارداغ است. با این‌که تقریبا نزدیک به تمام مادهٔ تشکیل دهندهٔ جهان به شکل پلازما است، پلازما در روی کرهٔ سرد شدهٔ زمین به سهولت دیده نمی‌شود. روی کرهٔ زمین ماده به یکی از سه صورت جامد، مایع و بخار وجود دارد. فرم تشکیل مواد روی کرهٔ زمین بستگی به مقادیر مشخص برخی کمیات فیزیکی مانند درجهٔ حرارت و فشار دارد. به‌عنوان مثال با اضافه کردن انرژی به قطعه‌ای آهن جامد، می‌توان آهن مایع به‌دست آورد. اگر باز هم به آن انرژی اضافه کنیم، بخار آهن حاصل می‌شود. توجه به فرم خاص قرارگرفتن ذرات داخلی مواد، برای درک این حالات ضروری است.

در ساحل

هنگامی که کنار دریا هوا رو به گرما می‌گذارد، انسان‌هایی که در ساحل نشسته شاد و خندانند به خاطر گرم شدن شن‌های زیر پا به حرکت در می‌آیند و این حرکت با ازدیاد گرما شدت می‌یابد. به این ترتیب که انسان‌ها اول با سطح اتکاء زیاد خوابیده‌اند بعد که آفتاب در آمد و هوا گرم شد می‌نشینند یا در واقع سطح تماس را کم می‌کنند بعد که شن‌ها گرم‌تر شد بر می‌خیزند یعنی بازهم سطح برخورد را کم‌تر می‌کنند موقعی که زیر پاها داغ شد این پا و آن پا می‌شوند. زمانی که شن‌ها داغ‌تر شد به هوا می‌پرند و به سوی دریا می‌دوند. این دقیقا نزد ملکول‌ها و اتم‌ها به ویژه در گازها دیده می‌شود.

ملکول‌ها واتم‌های تشکیل دهندهٔ مواد نیز در اثر ازدیاد انرژی به نوسان در می‌آیند. در حدی از نوسان، گیرائی یا چسب کریستال‌ها بسیار کم اثر شده ماده

سیلان می‌یابد. پس از آن با ازدیاد انرژی، فواصل بین ذرات بیش‌تر شده حالت بخار به وجود می‌آید. اما در هر سهٔ این حالات فرم خاص الکتریکی اتم‌ها محفوظ می‌ماند. هنگامی که انرژی ورودی را باز هم اضافه کنیم بخار یونیزه می‌شود یعنی الکترون‌ها هسته را رها کرده و مخلوط داغی از الکترون‌ها ویون‌ها تشکیل می‌گردد. به‌طور کلی هرگاه به‌حالات مختلف ماده انرژی اضافه کنیم پلازمای داغ به‌دست می‌آوریم و هرگاه از پلازما انرژی بگیریم یکی از حالات ماده حاصل می‌شود.

پلازمای طبیعی درفضا، از پشت تلسکوپ و در ابرهای مختلف قابل مشاهده است. پلازمای مصنوعی در آزمایشگاه‌ها ساخته می‌شود. پدیدهٔ درخشش قطبین مغناتیسی زمین به‌خاطر وجود پلازماست. پلازمای مصنوعی معمولا در چراغ‌های نئون و در لامپ‌هایی که با بخار جیوه یا سدیم کار می‌کنند وجود دارد.

در حال حاضر مطالعات پلازما رشتهٔ بسیار جدی و مهمی از فیزیک مدرن را به خود اختصاص داده که آشنایی با آن برای علاقه‌مندان به‌مطالعهٔ ساختار فضا ضروری است. در ابرهای پلازمای فضایی و در داخل کهکشان‌ها اتفاق جالبی رخ می‌دهد: تولد خورشیدها.

البته صحیح‌تر این است که خورشیدهای مختلف را ستارگان نامیده لفظ خورشید را برای مادر منظومهٔ شمسی محفوظ بداریم. جالب توجه است که ستارگان شبیه به سایر جان‌داران، متولد شده زندگی کرده می‌میرند.

تا قبل از دست‌آوردهای نوین فلسفهٔ علوم ترجیح این بود که لفظ تولد و مرگ را فقط برای موجودات «ذی‌روح» به کار گیرند و از کاربرد چنین کلماتی برای غیر ذی‌روحی مانند خورشید خودداری کنند. البته این به تعریفِ روحِ تعریف‌ناپذیر بر می‌گردد.

تولد

هر کس که به دنیا بیاید می‌میرد. خورشید هم متولد می‌شود و هم می‌میرد. درست مانند موجودی زنده یا به زعم عام ذی‌روح. هرقدر دقیق هم که روح را تعریف کنیم، درمی‌یابیم که همهٔ موجودات روح دارند. حتا سنگ هم روح دارد. البته نه روح از جنس خرافی و نه روح از جنس انواع متافیزیک آسمانی، بل‌که روح از جنس حرکت و تبادل انرژی و تغییرات در شرایط متغیر.

سنگ ارستوئی صلب مطلق است. اما مطالعهٔ دقیق‌تر سنگ نشان می‌دهد که سنگ نیز دیگر ارستوئی نیست، پر از خلل و فرج و دارای حرکات فراوان است. از سطح آن دائما ذرات ریز به خارج پرتاب می‌شود. کل آن نیز در معرض تابش اشعهٔ کیهانی و در نتیجه جذب ذرات است. روی ابزارهای دقیق اندازه‌گیری، مانند ترازوی اتمی، هیچ سنگی آرامش نشان نمی‌دهد. هر کس برای او سنگ صلب و بی روح باشد به تمامی هستی و جهان پشت کرده است. در مورد تولد و مرگ ستارگان تحقیقات شورانگیزی انجام شده مطالعهٔ زندگی و مرگ ستارگان از شاخه‌های جالب دانش آسمان‌شناسی است.

خورشید از گردهم‌آیی ذرات غبار فضایی که درعمل اکثر آن را گاز هیدروژن تشکیل می‌دهد به‌وجود می‌آید. خورشیدها به یک اندازه و با یک گرما و جرم نیستند. بعضی بزرگترند و بعضی گرم‌تر. بعضی در عنفوان جوانی به سر می‌برند و بعضی قسمت اعظم مواد خود را سوزانده‌اند و در اواخر عمر خویشند.

ستارگان قابل رؤیت دارای ابعاد، درخشش و سنین مختلف هستند و به پنج خانوادهٔ اصلی برحسب رنگ تقسیم می‌شوند: آبی، سفید، زرد، نارنجی و قرمز. ستارهٔ آبی بسیار جوان، بزرگ، داغ و درخشان است. هرچه از رنگ آبی دور شویم میزان فعالیت ستارگان کم‌تر می‌شود به طوری که ستارهٔ قرمز ستاره‌ای پیر و نسبتا سرد است. هر چه به سوی آبی می‌رویم خورشیدها بزرگ‌تر و داغ‌تر می‌شوند و هر چه به سمت قرمز بیاییم سردتر. خورشید منظومهٔ

شمسی ستاره‌ای زرد و متوسط به‌شمار می‌آید.
ستارگان دارای ساختمان جامد نبوده بل‌که توده‌ای از گاز و پلازما هستند. خورشید خود ما و تمام ستارگان، توده‌های بزرگ گاز هیدروژن هستند. اگر گرمای زیاد ما را ناراحت نکند و پای خود را روی سطح خورشید بگذاریم در می‌یابیم که با یک سطح سفت و جامد سر و کار نداریم و در واقع به سمت مرکز خورشید فرو می‌رویم. نه مانند هنگامی که پا روی سطح آب دریا می‌گذاریم بل‌که بیش‌تر شبیه به زمانی که با هواپیما بالای ابرها پرواز می‌کنیم از هواپیما بیرون بیاییم و پای خود را روی ابر بگذاریم. طبیعی است که روی ابر نمی‌مانیم و به سمت زمین فرو می‌رویم. همهٔ ما چتربازانی را که از لابه‌لای ابرها می‌آیند و به جایی گیر نمی‌کنند دیده‌ایم.
غلظت این گاز که تقریبا تمامی آن (به‌جز استثناهای هلیومی) هیدروژن است، و همچنین اندازهٔ ستارگان، فاصلهٔ آن‌ها از ما و طول عمر هرکدام قابل اندازه‌گیری و محاسبه است. راز درخشش و گرمای خورشیدها در سوختن مادهٔ تشکیل دهنده است. نور و گرمای ستارگان دراثر سوختن هیدروژن آن‌ها تولید می‌شود. اما سوختن این ماده با سوختن از نوعی که در زندگی روزمره با آن آشنا هستیم یعنی ترکیب ماده با اکسیژن تفاوت دارد. خورشید خود ما کمی گرم است. با یک تقریب اولیه باید گفت در واقع سطح آن حدود شش هزار درجهٔ سانتی‌گراد و مرکز آن حدود شش میلیون درجه است. این‌ها درجات حرارتی هستند که اجازهٔ حضور به هیچ جامد یا مایعی نمی‌دهند، فقط گاز، یا بهتر بگوییم، پلازما می‌تواند در خورشید زندگی کند.
سوختن خورشیدها به خاطر فعل و انفعالات هسته‌ای است. داخل آن‌ها شبیه بمب هیدروژنی عمل می‌کند. هیدروژن ستاره به‌هلیوم تبدیل شده انرژی آزاد می‌شود. ستارگان، بمب‌های هیدروژنی درحال انفجار هستند.
خورشیدها در واقع از گاز هیدروژن تشکیل شده‌اند. اصولا بیش از نود در صد آن‌چه در آسمان دیده می‌شود از جنس هیدروژن است. در خورشید یک اتفاق

مهم رخ می‌دهد، هیدروژن می‌سوزد و گرما و نور به دست می‌آید. سوختن یعنی ترکیب با اکسیژن و آن‌جا اکسیژنی در کار نیست. آن‌چه واقعا رخ می‌دهد فعل و انفعالات هسته‌ای است که طی آن هیدروژن ناپایدار به هلیوم پایدارتر تبدیل می‌شود و از این راه مقدار بسیار زیادی انرژی به دست می‌آید. این یک انفجار هیدروژنی است و ما با یک کورهٔ بزرگ اتمی سرو کار داریم.

دراین انفجار، هیدروژن ستاره در تحولی که به چرخهٔ کربن معروف است به هلیوم تبدیل می‌گردد. در این فعل و انفعال مقدار زیادی انرژی آزاد می‌شود. انرژی آزاد شده به صورت‌های مختلف، از ستاره ساطع می‌شود. ستارگان مواد خود را به صورت امواج الکترومغناتیس، نور و حرارت به دنیای اطراف خود منتشر می‌کنند. جالب این‌جاست که ذرات مختلف مادی که در واقع ذرات داخل اتم هستند همراه نور و انواع مختلف انرژی از ستارگان ساطع می‌گردند. بعضی از این ذرات بسیار کوچک و سریع بوده هنگام رسیدن به زمین، مانند تور دانه درشت از آن عبور می‌کنند. مواد سازندهٔ زمین خود از مولکول‌ها و اتم‌ها تشکیل گردیده که با فاصلهٔ نسبتا زیاد از یکدیگر قرارگرفته‌اند. اگر ذره‌ای که به سوی زمین می‌آید به‌اندازهٔ یک اتم باشد، زمین را مانند یک سنگ آتش‌فشان پر از خلل و فرج خواهد یافت. اما این ذرات به مراتب از اتم‌ها کوچک‌ترند و در نتیجه همان‌گونه که پشه‌ای از تور والیبال عبور می‌کند، از کرهٔ زمین گذشته از آن‌طرف آن خارج خواهند شد. شواهد تجربی در مورد ذرهٔ نوترینو صحت این گفته را نشان داده است. برای این که نوترینو، زمین را مانعی بیابد باید زمین از جنس سرب و به ضخامت چند سال نوری باشد.

حرکت سریع این ذرات و گرما و نور خورشید، بیان‌گر انرژی عظیمی است که از داخل خورشیدها به خارج صادر می‌شود. همین انرژی‌ها هستند که در داخل خورشید مانند ستون‌های زیر ساختمان عمل می‌کنند و مانع حرکت و ریزش ذرات سطح ستارگان به‌سوی داخل آن‌ها می‌شوند. خورشید بسیار بزرگ و جاذبهٔ آن بسیار زیاد است. اگر این ستون‌ها وجود نداشتند تمام مواد سطح

خورشید به سوی هستهٔ مرکزی آن فرو می‌ریخت.
ذرات گازهای تشکیل دهندهٔ خورشید زیر تاثیر دو نیرو قرار دارد. اول نیروی جاذبه که به سمت داخل خورشید عمل می‌کند دوم نیروی تخلیهٔ انرژی داخلی که به سمت خارج عمل می‌کند. به طور کلی علت این که ذرات گاز خورشید در اثر جاذبه، به سمت مرکز حرکت نمی‌کند این است که از داخل خورشید انرژی به سوی خارج پرتاب می‌شود و این نیرو مانند ستون یا شمعی که زیر ماده زده باشند از ریزش مواد به داخل خورشید جلوگیری می‌کند. ستاره این عمل را با آرامی و تواضع تا مدت‌های زیاد ادامه می‌دهد.
وقتی که خورشید قسمت اعظم سوخت خود رابه‌مصرف برساند چه اتفاقی می‌افتد؟ آیا ستاره به سادگی می‌میرد؟

پایان کار؟

مرگ ستارگان پدیدهٔ نجومی مهمی است. اگر خورشید از اول کوچک باشد پس از اتمام سوختش به تدریج سرد و سردتر شده موادش به سوی داخل جمع می‌شود و رنگ‌پریده و کوچک و سفید و بی رمق می‌شود. اگر کمی بزرگ‌تر از آن بوده باشد احتمال دارد با جمع شدن و کوچک شدن مقداری از انرژی داخلی در آن حبس شود و این انرژی داخلی سبب انبساط خورشید شود که در آن صورت خورشید ورم می‌کند بزرگ و قرمز می‌شود. تازه همین خورشید بزرگ و قرمز ممکن است پس از گذشت زمان کافی مجددا سرد و کوچک و سفید شود.
طبق نظریهٔ دیگر بعضی ستارگان به آرامی سوخت خود را تمام کرده تبدیل به کره‌ای قرمز و بی‌جان و رنگ‌پریده می‌گردند. این ستارگان به غول‌های قرمز موسومند زیرا در آغاز آن‌قدر جرم نداشتند تا در پایان منقبض گردند. آن‌ها با اتمام نیروی هسته‌ای منبسط می‌شوند. بعضی از این غول‌های قرمز محکوم به ماندن درسرمای ۲۷۰ – درجهٔ سانتی‌گراد فضای اطراف خود بوده دارای

منبع سوخت نیستند. آن‌ها به آرامی شروع به سرد شدن کرده موقعی که کم‌کم بقایای حرارت خود را از دست دادند، منقبض می‌گردند. آن‌ها تبدیل به کرات رنگ‌پریده و کوچکی به‌نام کوتوله‌های سفید می‌گردند.

بعضی از غول‌های قرمز در لحظات مرگ، آخرین شعلهٔ شمع را فریاد سر می‌دهند وبقایای انرژی ذخیره شده را یکجا خارج می‌کنند که این به Nova معروف است. در آسمان می‌توان انواع آن‌ها را دید. یعنی اگر خورشید اولیه باز هم بزرگ‌تر باشد موقع مرگ و جمع شدن به سمت داخل، مقدار بیش‌تری انرژی را زندانی می‌کند که این انرژی فقط تا حدی به خورشید اجازهٔ فشرده شدن می‌دهد و پس از آن حد باعث انفجار باقی ماندهٔ ستاره می‌شود. به این ترتیب خورشید در فضا پخش می‌شود و از آن چیز زیادی جز گازهای پراکنده نمی‌ماند که به آن نُوا یا «نو اختر» می‌گویند.

درمرکز ستارگان چه خبر است و ماده در کدام‌یک از چهار حالت طبیعی خود، جامد، مایع، گاز وپلازماست؟ در ساخت یک دیوار آجری ساده هنگامی که آجرها روی هم قرار می‌گیرند مجموعهٔ آجرهای بالاسری به آجر پایینی فشاری وارد می‌کند که با ازدیاد ارتفاع دیوار بیش‌تر می‌شود. ارتفاع خاصی وجود دارد که در آن فشار وارد بر آجر پایینی آن‌قدر زیاد است که باعث خُرد شدن آن می‌شود.

اتم‌ها آجرهای دیوارهای مادی هستند. در ستارگان به خاطر بزرگی جثه و مقدار بسیار عظیم ماده، تعداد بسیار زیادی از اتم‌ها روی یکدیگر قرار می‌گیرند. درنتیجه به اتم‌های مرکزی ستاره فشارهای خارق‌العاده زیادی وارد می‌شود. این فشار اتم‌ها را در هم می‌فشرد و فضاهای خالی بین اتمی تقلیل می‌یابد. این درهم‌فشردگی باعث بالا رفتن درجهٔ حرارت می‌شود. درجهٔ حرارت مرکز ستارگان بالاست. در خورشیدهای متوسط حدود شش میلیون درجه سانتی‌گراد است. هنگامی که به‌سوی مرکز ستارگان می‌رویم اول به مادهٔ مایع سپس به‌مادهٔ جامد می‌رسیم. مرکز ستارگان تنها جایی است که

درآن احتمالا هیدروژن جامد داغ وجود دارد.

درمرکز ستارگان بزرگ وضع از این هم جالب‌تر خواهد بود. در آن‌جا فشار آن‌قدر زیاد است که حتا الکترون‌ها نیز از جای اصلی خود رانده می‌شوند. از آن‌جا که فضای خالی بین الکترون و هسته به‌مراتب بزرگ‌تراز قطر هستهٔ اتم است از بین رفتن این فضای خالی باعث درهم فشردگی بیش از حد مرکز و بالا رفتن چگالی آن می‌شود. الکترون‌های آزاد شده با فشار به سوی پروتون‌ها رانده شده پس از تخلیهٔ الکتریکی و ایجاد جرقه بین این دو قطب مثبت و منفی، نوترون یا ذرهٔ سنگین بدون بار به‌وجود می‌آید. به‌این ترتیب مرکز ستارگان سنگین از نوترون خالص و یکپارچه درست شده که چگالی آن فوق‌العاده زیاد است. درمرکز ستارگان سنگین، انرژی خارق‌العاده‌ای نهفته است که تحت شرایط خاص آزاد می‌شود.

هنگامی‌که ستارهٔ بزرگی شروع به اتمام سوخت خود می‌کند، جاذبهٔ مرکزی فوق‌العادهٔ آن باعث می‌شود ذرات سطح ستاره که دراین حالت ستون‌های زیر خود را از دست داده‌اند به سوی مرکز ستاره حرکت کنند. به‌این ترتیب ستاره شروع به انقباض می‌کند. وقتی که این انقباض به‌حدی رسید که ته ماندهٔ انرژی‌های تشعشعی درونی با وزن مواد بالاسری برابر شد، مسالهٔ انرژی جنبشی این انقباض پیش می‌آید. نیروهای انقباضی از یک‌سو مواد را به‌داخل ستاره می‌فشرند و از سوی دیگر انرژی داخلی ستاره مانع از انقباض بیش‌تر می‌گردد. ستاره‌ای که انرژی داخلی‌اش زیاد باشد قادر به‌تحمل نیروهای انقباضی نیست یکباره منفجرمی‌شود. این انفجار به Super Nova یا «اَبَر نواختر» معروف است. در این حالت کورهٔ اتمی ستاره تبدیل به یک بمب بزرگ فضائی می‌شود.

انرژی باقی ماندهٔ ستاره در زمانی کوتاه بیرون می‌ریزد. از آن‌جا که انرژی داخلی این انفجار بسیار زیاد است در آسمان به صورت تولد یک ستارهٔ پرنور جلوه می‌کند. یعنی خورشیدهای بزرگ به انفجار مهیب سوپرنوا یا «ابر

نواختر» دچار می‌شوند که از فواصل بسیار دور هم قابل مشاهده است. در این حالت ممکن است ستاره به تنهایی از مجموع ستارگان کهکشانی که در آن قرار گرفته پر نورتر شود. اگر توجه کنیم که کهکشان هزاران میلیون خورشید دارد متوجه عظمت انفجار می‌شویم. اگر چه بخشی از سوپر نوا در فضا پخش می‌شود اما از آن‌جا که این ستاره از آغاز بسیار بزرگ بوده، بخشی از آن در محل انفجار باقی می‌ماند. پس از انفجار چون دیگر تقریبا هیچ نوع انـرژی داخلی وجود ندارد، باقی ماندهٔ ستاره شروع به فرو ریـختن بـه سـوی مـرکز می‌کند

ساچمه

درمورد ستارگان باز هم سنگین‌تر قضیه به همین‌جا ختم نمی‌شود. زیرا پس از این انفجار، ستاره که تمامی سـاختمانش بـه هـم ریـخته است شـدیدا فـرو می‌ریزد و سریعا به انقباضی خشن دچار می‌شود. این انقباض سریع، تمامی ذرات ستاره را به سوی مرکز آن رانده حـجم سـتاره مـیلیون‌ها بـار کـوچک می‌گردد. درنهایت کره‌ای باقی می‌ماند بدون کوه و دره. کره‌ای صاف، شبیه به یک ساچمهٔ بزرگ با سطحی صیقلی. این کره که جنس آن تماما از نوترون خالص است از نظر خواص، شبیه خود نـوترون است. درواقـع یک نـوترون بزرگ فضایی. کره‌ای بسیار فشرده با چگالی بالا. درهم‌فشردگی این کره، حد نهایی فشردگی قابل تحمل برای ماده است. در مرکز گازهای حاصل از انفجار، یک ستارهٔ نوترونی به وجود می‌آید.

ستارهٔ نوترونی شبیه به یک نوترون بزرگ یا یک ساچمهٔ فضایی است و نبض آن می‌زند به این جهت به آن تـپنده مـی‌گویند زیـرا هـنوز انـرژی جـنبشی نیروهای انقباضی در کارند تا کره را منقبض کنند اما نیروهای نگه‌دارندهٔ غائی ماده نیز مقاومت می‌کنند. از آن‌جا که این دو نیرو در حال تعادل هستند کره به نوسانی دائمی یا انقباض و انبساط دچار می‌شود و دراصطلاح نـبض سـتاره

نوترونی دائما می‌تپد. به‌همین دلیل این ستاره به‌تپنده یا Pulsar معروف است.

در کهکشان راه شیری چندین نمونه از تپنده‌ها مشخص گردیده‌اند. از آن‌جا که این ستارگان نور چندانی از خود ساطع نمی‌کنند دیدن آن‌ها باتلسکوپ‌های نوری امکان‌پذیر نیست و کشف و مطالعهٔ آن‌ها به وسیلهٔ رادیوتلسکوپ انجام می‌گیرد.

به علت اهمیت موضوع یک بار دیگر به طور خلاصه همهٔ داستان را از این‌جا شروع کنیم که یک تودهٔ بسیار بزرگ گاز کیهانی که تقریبا همهٔ انرژی داخلی‌اش از بین رفته زیر نظر ماست. ذرات این گاز زیر تاثیر نیروی جاذبه، به سمت مرکز کشیده می‌شوند و ستاره فشرده‌تر و کوچک‌تر می‌شود و چگالی آن بالا می‌رود. هر قدر ستارهٔ اولیه بزرگ‌تر باشد سرعت و قدرت انقباض آن بیش‌تر می‌شود. کم‌کم کار به جایی می‌رسد که ماده نه تنها از حالت چهارم خود در می‌آید بل که به صورت گاز هم نمی‌ماند و بسیار فشرده‌تر می‌شود.

در مورد ستارگان بسیار سنگین‌تر سرعت ریزش ذرات به سوی داخل به حدی است که مادهٔ معمولی نه تنها به صورت جامد در می‌آید بل که کار از آن هم فراتر می‌رود و ماده بیش‌تر در هم می‌فشرد. در چنین فشردگی است که الکترون‌ها به سوی پروتون‌ها رانده می‌شوند. در برخورد الکترون و پروتون، بار اتمی هر دو از دست می‌رود و تبدیل به نوترون می‌شوند.

فاصله و فضای خالی بین اتمی که مربوط به فاصله بین الکترون و هسته است از بین می‌رود و ستاره به یک ستارهٔ نوترونی تبدیل می‌شود. یعنی ستاره‌ای که تماما از نوترون خالص تشکیل شده است. در واقع ستاره در این حالت خودش یک نوترون بزرگ فضایی است. شکل آن کاملا کروی است چرا که چگالی آن بسیار بالاست و جاذبهٔ خارق العاده‌اش اجازهٔ حضور به هیچ گونه ناهمواری را نمی‌دهد.

معمولا این ستاره با سرعت فوق تصور به دور خود می‌چرخد. ستاره هنوز

مختصری انرژی درونی در خود ذخیره کرده که زیر تاثیر فشردگی خارق‌العادهٔ ماده، مانند فنر عمل می‌کند. در نتیجه مواد ستاره از یک سو زیر بار جاذبه، به سوی داخل کشیده می‌شود و از سوی دیگر انرژی داخلی فشرده شده جلو انقباض بیش از حد آن را می‌گیرد. درست مانند لاستیک پر باد اتومبیل در دست‌اندازها حالت فنری ایجاد می‌شود و ستاره منقبض و منبسط می‌شود. همین انقباض و انبساط دائم که از روی کرهٔ زمین نیز قابل رد یابی است باعث می‌شود احساس کنیم نبض ستاره می‌تپد، به همین جهت به آن‌ها پالسار یا تپنده یا تپ‌اختر می‌گوییم.

این‌جا باید افزود که کشف این ستاره فوق‌العاده شورانگیز بوده است. اولین بار که رادیوتلسکوپ‌ها سیگنال منظم این تپنده‌ها را دریافت کردند به نظر رسید که موجودات زنده و ذی‌شعور فضاهای خارج قصد برقراری تماس با ما را دارند. زمانی که فاصلهٔ بعید منبع تپش تخمین زده شد همگان بر این باور شدند که این موجود ذی‌شعور باید به انرژی‌های عظیمی دست یافته باشد که می‌تواند از فواصل به این دوری چنین علائمی بفرستد اما هنگامی که مشخص شد که علائم دریافتی دائمی و لایتغیرند معلوم شد که این مربوط به هیچ موجود زنده (با تعریف و محدودیت ذی‌شعور) نیست الا این که بی‌شعور باشد و موجود بی‌شعور نیز دارای چنین امکانات انرژی نیست. تا این که بالاخره در مراکز سوپرنواها سرچشمهٔ این تپش‌ها مشخص شد.

قبل از این که به‌بحث دربارهٔ ستارگان باز هم سنگین‌تر بپردازیم بگوییم که در کهکشان راه شیری، زوج ستارگان یا منظومه‌های دوتایی یا سه‌تایی یا چندتایی وجود دارند که ازچند ستاره تشکیل شده‌اند، هنگامی که یکی از ستارگان این منظومه تپنده باشد صحنه‌های بدیعی درآسمان برای منجمین محاسباتی به‌وجود می‌آید که می‌توان صحت نسبیت اینشتین رابه کمک آن‌ها مجددا تایید کرد.

سوراخ در فضا

زمانی که ستارهٔ بسیار عظیم‌تری خودکشی کرده باشد حاصل آن سیاه‌چاله یا حفرهٔ سیاه خواهد بود. سیاه‌چاله محصول مرگ ستارگان بزرگ است. ستارهٔ بزرگ‌تر وقتی فرو می‌ریزد و فشرده می‌شود، در مرز ستارهٔ نوترونی توقف نمی‌کند و به انقباض خود ادامه می‌دهد. این‌جا اتفاق غریبی رخ می‌دهد که وجه تسمیهٔ حفرهٔ سیاه یا سیاه‌چاله از آن‌جاست.

این نام چیست و از کجا آمده؟ آیا در زبان‌های دیگر هم به همین نام است؟ نام این هیولای مخوف آسمان‌ها در انگلیسی Black Hole است که ترجمهٔ آن «سوراخ سیاه» است. این یک سوراخ فضایی است که تمام مواد جهان ما را به جهان دیگری تخلیه می‌کند. اما از آن‌جا که این نام در زبان فارسی دارای بار عاطفی قوی است عده‌ای نام‌های مختلف از جمله «حفرهٔ سیاه» را پیش‌نهاد کردند تا آن که نام سیاه‌چاله در ادبیات پیدا شد و در اثر کثرت استعمال به تدریج جا افتاد.

گفتیم که ستارهٔ در حال انقباض، در صورتی که به‌حد کافی بزرگ باشد به انقباض خود ادامه می‌دهد. در همین حال سرعت فرار از سطح ستاره دائما افزایش می‌یابد. قبل از صحبت در مورد سیاه‌چاله‌ها در مورد مفهوم سرعت فرار سخن بگوئیم. فرض کنیم می‌خواهیم یک توپ معمولی را به حرکت در آوریم به طوری که از یک سطح شیب‌دار بالا رفته به نقطهٔ بالای آن برسد.

اگر به توپ انرژی حرکتی کوچکی بدهیم با سرعت اندکی از سطح بالا می‌رود و پس از طی مسافت مختصری دوباره باز می‌گردد. اگر سرعت را بیش‌تر کنیم بالاتر می‌رود اما مجددا باز می‌گردد. هر قدر سرعت را بیش‌تر کنیم بالاتر می‌رود تا زمانی که سرعت اولیه به مقدار مشخصی برسد که در آن موقع توپ از سطح بالا رفته به نقطهٔ بالای سطح می‌رسد و دیگر باز نمی‌گردد. در این صورت می‌گوییم توپ از سطح اولیه فرار کرده. سرعت ضروری برای این کار را سرعت فرار می‌خوانیم.

ارتباط این قضیه با ستارگان جالب است. فرض کنیم که سرعت فرار از روی کرهٔ زمین یازده کیلومتر بر ثانیه است. این سخن به این معناست که موجوداتی که با این سرعت و بیش‌تر حرکت می‌کنند قادر به خروج از کرهٔ زمین بوده بقیه روی کرهٔ زمین محبوس می‌مانند. یعنی اگر موشکی درست کنیم که با سرعت هشت کیلومتر در ثانیه به سمت بالا برود وقتی به حد کافی بالا رفت در مدار زمین قرار می‌گیرد و دور آن می‌چرخد. تنها در صورتی موشک قادر به خروج از کرهٔ زمین می‌شود که سرعتش از سرعت فرار کرهٔ زمین بیش‌تر باشد. اما سرعت فرار به چه عامل یا عواملی بستگی دارد؟

هم نیوتن و هم اینشتین معتقدند به جرم و به فاصله. ما اما برای این که وارد جزئیات فنی نشویم و به سادگی حرف‌مان را بزنیم بگوییم به چگالی یا بـه فشردگی. هر قدر جسمی فشرده‌تر باشد یعنی وزن مخصوصش بیش‌تر باشد جاذبه‌اش بیش‌تر می‌شود و هر قدر جاذبه‌اش بیش‌تر شد سرعت فرار از روی آن بیش‌تر می‌شود یعنی که فرار مشکل‌تر می‌گردد.

اینشتین می‌گوید هر قدر جرمی بزرگ‌تر باشد زاویهٔ سطح شیب دار بـیش‌تر می‌شود یعنی جرم بیش‌تر فضا را گودتر مـی‌کند و سـرعت فـرارش بـیش‌تر خواهد بود. به این ترتیب اینشتین در مورد جاذبه سخن نمی‌گوید، در مـورد گودی فضا حرف می‌زند و می‌گوید گودی فضای اطراف هر جرم دارای یک سرعت فرار مشخص است.

موقعی که ستاره منقبض می‌شود مسالهٔ واقعی رخ مـی‌نمایاند. سـتاره دائـما کوچک می‌شود و چگالی آن بالا می‌رود در نتیجه سـرعت فـرار از روی آن بیش‌تر می‌شود. اما یکی از مرزهای جهان، مـرز سـرعت نـور است. زمـانی خواهد رسید که سرعت فرار از ستاره به سرعت نور می‌رسد. در آن موقع حتا نور نیز قادر به فرار از سطح ستاره نخواهد بود. بله، حتا نور به تله می‌افـتد. یعنی یک ستارهٔ روشن در آسمان یکباره ناپدید می‌شود.

در مورد ستارگان بازهم سنگین‌تر سناریو بـه ایـن صـورت است کـه پس از

رسیدن به مرحلهٔ ستارهٔ نوترونی به خاطر وجود مقدار بسیار زیاد ذرات مادی و انرژی انقباضی، قضیه به همین جا خـاتمه نـمی‌یابد و سـتاره بـه انـقباضی وحشیانه دچار می‌شود. این انقباض و ریزش مواد به داخل بـا سـبعانه‌ترین وضعی صورت می‌پذیرد و با مهیب‌ترین صدا و تـخلیه انـرژی هـمراه است. فشردگی از مرز نیروهای نگه‌دارنده ماده نیز در می‌گذرد و ماده را تا بی‌نهایت می‌فشارد.

فشردگی بی‌نهایت یا نهایت فشردگی. در واقع ستاره به جایی می‌رسد که به آن نقطهٔ سینگولار یا تکینه می‌گوییم. سینگولاریتی یا تکینگی دارای تعریف مشخص ریاضی است. در حال حاضر فقط فرض کنیم تمام ستاره تا حد یک نقطه فشرده شده است.

ستاره با یک دنیا نور و انرژی و سر و صدا به انقباض خود ادامه مـی‌دهد و سرعت فرار از روی آن نیز دائما افزوده می‌شود. هنگامی که سرعت فـرار از روی ستاره از سیصد هزار کیلومتر بر ثانیه یا سرعت نور نیز بیش‌تر بشود چه اتفاقی رخ می‌دهد؟ حتا نور نیز قادر به فرار از سطح این ستاره نخواهد بود. تمام عظمت داستان در همین جاست. ما که از راه دور ایستاده‌ایم و به ستاره نگاه می‌کنیم، ستارهٔ پر نور و درخشان و پر فعالیتی را مشاهده مـی‌کنیم کـه یکباره خاموش می‌شود. آن‌چه باقی می‌ماند به‌نام حفرهٔ سیاه معروف است. به این ترتیب سیاه‌چاله متولد می‌شود.

حفرهٔ سیاه واقعا سیاه است. سیاه به‌معنای دقیق فیزیکی کلمه. حفره سیاه نه تنها خود نمی‌تواند نوری ساطع کند، بل هرآن‌چه به سویش می‌رود، از جمله نورهای فضای اطراف را، بلعیده اجازهٔ انعکاس نمی‌دهد. آن چه به‌سوی این حفره می‌رود در داخل حفره افتاده دیگر قادر به‌بیرون آمدن نیست.

جز باکمک یک تصادف بسیار پرشانس، نمی‌توان سیاه شدن حفرهٔ سیاه را با چشم دید. زیرا اولا این کار بسیار به‌سرعت انجام می‌گیرد ثانیا نتیجهٔ نهایی غیرقابل رویت است. حفرهٔ سیاه را مستقیمانمی‌توان دید اما امکان مشاهدهٔ

غیر مستقیم آن وجود دارد.

هرچه به‌حفرهٔ سیاه نزدیک‌تر شویم گودی فضا ـ زمان بیش‌تر می‌شود به‌طوری که نهایتا گودی به نهایت می‌رسد. دقیقا به این جهت است که سرعت فرار به نهایت می‌رسد. حفرهٔ سیاه از بدو تشکیل شروع به بلعیدن همهٔ جهان می‌کند. مرز حفرهٔ سیاه سطحی فرضی است که دور حفره سیاه را فرا گرفته است. در آن جا سرعت فرار دقیقا معادل سرعت نور است. این مرز به افق اتفاق یا Event Horizon معروف است.

در انقباض بیش‌تر، ستاره به مراتب جمع‌تر می‌شود و عملا سیاه می‌گردد. همهٔ داستان سیاه‌چاله بعد از افق اتفاق رخ می‌دهد. یعنی تا قبل از آن، ما با مسائل متداول نجومی و ریاضی سر و کار داریم اما بعد از افق اتفاق، همه چیز به هم می‌ریزد. مکان چند بعدی همهٔ ابعاد خود را از دست می‌دهد و یک بعدی می‌شود. زمان چند بعدی می‌شود و ما می‌توانیم به اطراف زمان سفر کنیم و حتا به گذشته‌ها برویم.

در داخل افق اتفاق سیاه‌چاله همه چیز حتا ریاضیات و منطق ما به هم می‌ریزد. لبهٔ افق اتفاق جایی است که فضانورد شجاعی که در آن‌جا گرفتار شده تا ابد بی‌حرکت به نظر می‌رسد. در واقع رفتن فضانورد به سمت مرکز دارای هیچ حرکتی نیست و ماندن آرام و متعالی روی لبهٔ افق اتفاق نیز دارای هیچ سکونی نیست.

اگر چه تعداد بسیار زیادی از دانش‌مندان در مورد سیاه‌چاله صاحب حقند اما اگر باید در مورد افتخار کشف آن فقط از یک نفر نام برد بدون تردید باید «شوارتزچیلد» منجم و ریاضی دان آلمانی را به یاد آورد که محاسباتش در سال ۱۹۱۷ بر مبنای نسبیت عام بر وجود این هیولای مخوف آسمان‌ها دلالت کرد.

افق اتفاق مرزی است که ما هرگز از داخل آن با خبر نخواهیم گردید. آن‌چه فوق‌العاده جالب است توقف کامل زمان درلبهٔ افق اتفاق است. درمجاورت

جرم بی‌نهایت، زمان خواهد ایستاد. این نیز نتیجهٔ قطعی نسبیت است. باری حفرهٔ سیاه که مانند دیوی گرسنه مشغول بلعیدن همهٔ فضا ـ زمان می‌گردد تمام غبارهای فضایی و ستارگان اطراف خود را بلعیده، هر قدر بیش‌تر می‌بلعد گرسنه‌تر می‌شود.

در ریزش شدید و سریع و بی‌امان ماده به‌سوی حفرهٔ سیاه واقعهٔ عجیب و جالبی نیز رخ می‌دهد. فضازمان که از این بی‌عدالتی به جان آمده است فریاد جان‌خراشی از این ظلم و مرگ نهایی سر می‌دهد: تشعشع شدید اشعهٔ ایکس. شروع این تشعشع قبل از مرزهای افق اتفاق است بنابراین به چشم و گوش ما نیز می‌رسد. وجود اشعهٔ ایکس در اطراف فضاهای تاریک و غیرقابل دیدن، دلیل روشنی بر وجود حفره‌های سیاه است. امروزه با کمک عکس‌برداری اشعهٔ ایکس از فضا وجود چند سیاه‌چاله قطعی شده است.

معمولا حفرهٔ سیاه درمراکز کهکشان‌ها که خورشیدهای بسیار بزرگ و مجتمع‌های فراوان خورشیدی موجود است ایجاد می‌گردد. متاسفانه برای ما به خاطر حجاب‌های گوناگون و ابرهای فضایی، شانس دیدن مرکز کهکشان راه شیری موجود نیست اما ستارگان اشعهٔ ایکس در جاهای دیگر نیز کشف شده‌اند. هم‌اکنون ستاره‌شناسی اشعهٔ ایکس بخش مهمی از مطالعات نجومی را به خود اختصاص داده است.

ازموجودات عجیبی که درآسمان با آن‌ها برخورد کرده‌ایم باید از شبه‌ستاره‌ها یا Quasar=Quasi Star نام ببریم که احتمالا کهکشان‌های سیاه شده هستند. شبه‌ستاره‌ها درفواصل بعید قرار دارند و خواصی شبیه حفره‌های سیاه از خود نشان می‌دهند. آن‌ها با سرعت‌های خارق‌العاده، حتا گاه تا ۰/۹ سرعت نور، از ما دور می‌شوند.

وجود حفرهٔ سیاه فی‌نفسه فوق‌العاده خطرناک است. حتا اگر یک حفرهٔ سیاه درجهان تشکیل شود سرنوشت تمام جهان سیاه خواهد بود. شاید اگر روزی عدهٔ زیادتری از افراد بشر، به‌جای درگیری در بحث‌های بی‌هوده، نیروی خود

را در ساختمان جهانی دانش صرف کنند راه حلی نه تنها برای دیـدن حـفرهٔ سیاه بل‌که برای مبارزه با این دشمن نهایی بشر و همهٔ جهان پیداشود.

برای این‌که به مزاحمین اندیشگی و دانش از خطر نهایی که سرنوشت ایشان را تهدید می‌کند نشانه‌ای بدهیم باید بگوییم که قد اینان اگر درحال حاضر ۲ متر باشد پس از آن‌که گرفتار حفره سیاه شدند ۰/۰۰۰۰۰۰۱ سانتی‌متر خواهد شد. یعنی تقریبا پنج هزار برابر کوچک‌تر از میکروب‌های بیماری‌های تابستانه می‌گردند. اگر کرهٔ زمین دراثر حادثه‌ای تبدیل به حفرهٔ سیاه شود دراین صورت قطرش در حدود سه‌سانتی‌متر خواهـد شـد. یک تـوپ پـینگ‌پنگ فـضایی. مصداق فیزیکی نقطهٔ تکینه.

باکمک حفرهٔ سیاه مدل کاملی ازجهان به‌دست می‌آید. پس از انفجار بزرگ و اتمام دورهٔ اول یا انبساط، تمام اجرام به‌سوی یکدیگر هجوم آورده انـقباض آغاز می‌گردد. در برخورد اجرام به یکدیگر، حفرهٔ سیاه نهایی به وجود می‌آید. این موجود در جهان بعدی به‌صورت حفرهٔ سفید پدیدار گـردیده بـه انـفجار بزرگ دچار می‌شود.

انتظار می‌رود الگوی زمانی زیست جهان به این صورت باشد که ۱۴ میلیارد سال پیش آتش‌گوی نخستین منفجر شده، ما اکنون در نیمهٔ راه و در جهان انبساطی هستیم. ۱۴ میلیارد سال دیگر انبساط بـه نـهایت خـود مـی‌رسد و انقباض آغاز می‌شود. پس از آن در جهان انقباضی، حفرهٔ سیاه نهایی شکل می‌گیرد که در جهان بعدی به شکل حفرهٔ سفید یا آتش‌گوی نخستین ظاهر می‌شود. درست مانند پوم تاک یک قلب که با باز و بسته شدن انگشتان یک دست شبیه سازی می‌شود. اما سوآلی که ذهن مرا مشغول کرده این که بـه راستی در جهان کهکشانی با این همه اعجاب و خطر جای ما کجاست؟

به‌جز معدودی سیارهٔ منظومهٔ شمسی و چند کهکشان، بقیهٔ آن‌چه شب‌ها در آسمان بـا چشـم غـیرمسلح مـی‌بینیم خـورشیدها هسـتند. تـقریبا نـیمی از خورشیدهای آسمان از خورشید ما بزرگ‌تر و پر نورتر هستند ولی علت این‌که

فقط به‌صورت نقاط نورانی ریز و درشت دیده می‌شوند فـاصلهٔ عـظیم آنـان است.

شمس

خورشید که مادر و مرکز منظومهٔ شمسی است تودهٔ عظیمی از گاز است کـه اکثرا از هیدروژن ساخته شده مقدار بسـیار کـمی از آن هـلیوم است. سـیارهٔ مشتری بزرگ‌ترین و سنگین‌ترین سیارهٔ منظومهٔ شمسی است. جرم خورشید در حدود هزار بار بیش‌تر از جرم مشتری بوده شعاع آن به‌قدری بزرگ است که می‌تواند یک میلیون کرهٔ زمین را در خود جا دهد.

وقتی با ابزارهای مناسب به‌خورشید نگاه کنیم خورشید را دارای لکه‌های سیاه می‌بینیم. این لکه‌ها اولین بار توجه گالیله را به‌خود جلب کرده بود. این پدیده در آن زمان بسیار ناخوشایند می‌نمود زیرا همه خـورشید را مـوجودی کـامل می‌دانستند و این اعتقادی است که بشر از عصر حجر با خود به‌همراه داشته است. لکه‌های خورشیدی را گاه با چشم غیرمسلح هم می‌شود دید.

برای دیدن خورشید باید دقت کرد و خورشید را از پشت فـیلترهای مـناسب نگریست. بهترین مـوقع مشـاهده طـلوع یـا غـروب آفـتاب است. لکـه‌های خورشیدی قاعدتا می‌بایست خیلی قبل از گالیله کشف شده باشد و بـایستی هزاران نفر آن را دیده باشند. تعجب این‌جاست که چه‌طور کسی در مورد آن صحبتی نکرده است.

عکس‌برداری از خورشید با نور سفید معمولی آن‌را بـه‌صورت یک کـورهٔ داغ روشن با چند لکهٔ تاریک نشان می‌دهد. فقط زمانی که آن را با نوری کـه از اتم‌های مشخص منتشر می‌گردد مثلا با نور اتم کلسیم مقایسه می‌کنیم یک تغییر عمده به چشم می‌خورد. این عکس‌ها نشان می‌دهد که خـورشید زیـر فشار یک نیروی شدید مغناتیسی قرار دارد. میدان مغناتیسی عظیمی که در اطراف خورشید است در برخـی از کسـوف‌های کـامل هـم قـابل مشـاهده و

عکس‌بـرداری است. مـثلا در کسـوف ژوئـن ۱۹۷۳ ایـن امـر بـه‌وضوح عکس‌برداری شد.

لکه‌های خورشید با تناوب یازده سال تغییر می‌کند. گازهای اطراف خورشید که هالهٔ خورشیدی نامیده می‌شوند اگر چه آن‌قدر داغ نیستند که به‌اندازهٔ کافی نور ساطع کنند ولی فوق‌العاده جالب توجه‌انـد زیـرا مـنبع تشـعشع اشـعهٔ ایکس هستند و عکس‌برداری این‌اشعه حقایق زیادی را در مورد خورشید بـرای مـا روشن کرده است.

خورشید از قسمت خارجی خود، هاله، بـادهای خـورشیدی را دائـما بـه‌خارج می‌فرستد. این بادها یا نسیم‌های خورشیدی که بسیار رقیق‌تر از تصور عادی ما از باد است در هر سانتی‌متر مکعب شامل ماکزی‌مم فقط چند صـد اتـم هیدروژن است. ولی همین مقدار کافی است که نه تنها به‌ما رسیده بل‌که در سرتاسر منظومهٔ شمسی مـنتشر شـود. ایـن بـادها بـاعث آشـفتگی مـیدان مغناتیسی زمین گردیده باعث ایجاد اثری شده که آن را توفان‌های مغناتیسی می‌نامیم.

دانش امروزه اطلاعات بسیار جالبی در مـورد ابـعاد خـورشید، عـمر، جـنس، چگالی و درجه حرارت آن به‌دست می‌دهد. بـه‌طور کـلی در مـورد خـورشید گفتنی زیاد است و امروزه خورشیدشناسی یکی از شاخه‌های مشخص علوم به شمار می‌آید و به آرزوی آناکساگوراس اولین کسی که خورشید را سنگ آتشین خواند جامهٔ عمل پوشیده شده است.

منظومهٔ شمسی که در مرکز آن خورشید قرار دارد دارای تعدادی سیاره است. این سیارات برخی بزرگ‌تر و بعضی کوچک‌تراز ما هستند. بعضی سـریع‌تر و بعضی آهسته‌تر از زمین به‌دور خورشید حـرکت مـی‌کنند. بـعضی نـزدیک‌تر به‌خورشید و بعضی دورتر از آن قرار دارند.

در حال حاضر ما از نُه نفر از اعضای این مجموعه اطلاعات خوبی داریم. این نُه عضو یا فرزندان ارشد خورشید به نام‌های عـطارد، زهـره، زمـین، مـریخ،

مشتری، زحل، اورانوس، نپتون، پلوتو معرف شده‌اند. البته این منظومه دارای تعداد بسیار زیادی اعضای کوچک‌تر است که بـعضی از آنـان بـین مـریخ و مشتری قرار دارند و بقیه در کل منظومه پراکنده‌اند.

فرزندان کوچک‌تر خورشید، نوادگانش و سایر اعضای این خانواده، مثلا اقمار این سیارات یا سنگ‌های ریز و درشتی که در این قسمت از فـضا و در ایـن منظومه سرگردانند شهرت عام چندانی ندارند. البته در ایـن مـورد اسـتثنایی وجود دارد و قمر زمین مثل ماه معروف است! منظومهٔ شمسی همچنین دارای ستارگان دنباله‌دار است که با دوره‌های بازگشت مختلف از روی زمین قـابل رؤیت‌اند.

امروزه مشخص شده خورشید که تا مـدت‌ها بـه‌عنوان سـتارهٔ ثـابت فـرض می‌شده دارای حرکات ویژهٔ خود است. بزرگی این منظومه و فاصلهٔ سیارات آن از یکدیگر و نحوهٔ قرار گرفتن و چرخش آن‌ها به‌دور خود و خورشید تماما از نکات جالب توجه و خواص مهم این منظومه محسوب می‌شود.

در مورد بزرگی منظومهٔ شمسی باید گفت که فاصلهٔ نوری زمین و خـورشید حدود هشت دقیقه و قطر این منظومه در حدود ۱۲ سـاعت نـوری است. از آن‌جا که تقریبا در هر سال ۸۸۰۰ ساعت وجود دارد بزرگی منظومهٔ شمسی در مقابل عظمت سال نوری بسیار ناچیز به‌نظر می‌رسد.

اگر فاصلهٔ زمین تا خورشید را به‌عنوان واحد فاصله در نظر بگیریم فواصـل سیارات از خورشید به‌ترتیب عبارتند از: عطارد ۰/۴، زهره ۰/۷، زمین ۱، مریخ ۱/۵، مشتری ۵، زحل ۱۰، اورانوس ۲۰، نپتون ۳۰، پلوتو ۴۰

بعضی معتقدند «مشتری» در حال سـنگین‌تر شـدن و داغ‌تـر شـدن است و به‌زودی ظرف چند ده میلیون سال آینده، آن‌قدر سنگین و داغ خواهد شد که شروع به نورافشانی خواهد کرد و خود با اقمارش یک منظومهٔ کامل را تشکیل خواهد داد که در این صورت با خـورشید، سـیستم دوتـایی یـا دو خـورشیده به‌وجود خواهند آورد.

سفینه‌هایی که اخیرا بر خاک مریخ نشسته خاک آن‌جا را مورد بررسی قـرار داده‌اند به‌دانش ما در مورد این سیاره که به‌برادر توامان زمین مـعروف است بسیار افزوده است.

در مورد منظومهٔ شمسی تاکنون مطالعات بسیاری انـجام گـرفته است. ایـن مطالعات در قدیم با وحشت و خطر همراه بود زیرا تارهای تعصبات مـذهبی عوام را می‌لرزاند. ویرانی برج عاج «باور»، از هر تخریب دیگر دردناک‌تر است. در واقع هزاران سال طول کشید تا بشر این واقعیت ساده را که زمین مسطح نیست بپذیرد. اگر چه هم‌اکنون نیز هستند کسانی که حاضر به‌پذیرایی این امر نیستند.

مسالهٔ دیگر در این زمینه، چرخش زمین به‌دور خورشید و از دست دادن زمین به‌عنوان مرکز عالم بوده است. این نیز غم‌نامه‌های بسیاری را در تاریخ علوم بـه‌وجود آورده است زیـرا بـا پـیش‌باورهای اعـتقادی بشـر وفـق نـمی‌داد. مشهورترین فاجعه آن‌است که در مورد گالیلهٔ بزرگ پیش آمد. در هـر حـال تاریخ علوم مشحون غم‌نامه‌هایی از ایـن‌گونه است. هـنوز هـم تـاریخ عـلم سرگذشت جوردانو را به تلخی به یاد می‌آورد.

ما روی سطح کره‌ای زندگی می‌کنیم که دور زدن آن برای خود ما بـه طـور فیزیکی در حدود یک ساعت به طول می‌انجامد. البته این رقم تقریبی است ولی اقمار مصنوعی ما برخی سریع‌تر و برخی کندتر قادر به‌انجام چنین کاری هستند. پیمودن این کره برای ما به صورت موج، اعـم از تـلفن یـا تـصاویر تلویزیونی و غیره، تقریبا آنی است و از نظر خود ما زمانی بـرای آن صـرف نمی‌شود. هوایی که کرهٔ زمین را احاطه کرده از اکسیژن، ازت، گاز کربنیک و بخار آب تشکیل شده است. چهار عنصر اکسیژن، ازت، کربن و هیدروژن زیر بنای زیست را تشکیل می‌دهد.

اخیرا مشخص شده کرهٔ زمین کاملا کروی نیست بل‌که در قطب جنوب کمی فرورفتگی‌و در قطب شمال کمی برآمدگی دارد. شـعاع ایـن کـره در نـواحـی

استوایی ۶۳۷۸کیلومتر و در مناطق قطب جنوب حدود ۲۱کیلومتر کم‌تر از این مقدار است. به‌طور متوسط وزن مخصوص این کره چیزی در حدود ۵/۵گرم بر سانتی‌متر مکعب بوده که خود این عدد تقریبا دو برابر وزن مخصوص سنگ‌های سطح زمین است. در نتیجه زیر این سطح باید از مواد سنگین‌تر تشکیل شده باشد که مطالعهٔ آن از طرق مختلف از جمله مطالعهٔ امواج ضربهٔ زلزله‌ها انجام می‌پذیرد.

مطالعات مختلف روی کرهٔ زمین نشان می‌دهد که مرکز زمین را کره‌ای جامد با شعاع یک‌پنجم کره زمین تشکیل می‌دهد. در خارج این قسمت جامد، قسمت مذاب قرار دارد. پوستهٔ جامد زمین قسمت بسیار کوچکی به‌ضخامت تقریبی ۶۰کیلومتر و در حدود یک‌صدم شعاع خود کره زمین است.

عمر کرهٔ زمین چیزی در حدود ۴/۵ میلیارد سال است. این کره دارای حرکات بسیاری بوده که از آن جمله دو حرکت وضعی و انتقالی معروف‌اند. حرکت وضعی گردش زمین به‌دور خود با سرعت یک دور در شبانه روز یا تقریبا ۱۶۵۰کیلومتر در ساعت انجام می‌گیرد

در آزمایشگاه دیده می‌شود هرگاه از سه عامل حرکت، مغناتیس و الکتریسیته دو تای آن دست‌رس باشد با ترکیب مناسب می‌توان عامل سوم را به‌دست آورد. اگرچه آزمایشات مقدماتی نشان می‌دهد که کرهٔ زمین از نظر الکتریکی خنثا است اما برخی الکتریسین‌ها برای توضیح میدان مغناتیسی زمین معتقدند کرهٔ زمین از نظر الکتریکی خنثا نیست و علاوه بر یون‌های آزاد موجود، به‌خاطر اختلاف حرارت بخش‌های مختلف زمین جریان حرارتی برقرار شده در اطراف زمین منجر به‌ایجاد انرژی الکتریکی می‌گردد. در اثر وجود حرکت و الکتریسیته در اطراف کرهٔ زمین مغناتیس ایجاد می‌شود که مانند آهن‌ربای معدنی باعث جذب عقربهٔ قطب‌نما می‌گردد.

حرکت انتقالی زمین با سرعت سرسام‌آور ۳۰کیلومتر بر ثانیه یا یک دور در سال به دور خورشید انجام می‌گیرد. انجام این حرکت بر روی مسیری نزدیک

به دایره است ولی محور چرخش زمین کاملا عمود بر مسیر حرکت دورانی نیست در نتیجه در یک زمان مشخص که نور بر نیم‌کرهٔ شمالی به‌طور مستقیم می‌تابد و در آن‌جا تابستان است در نیم‌کرهٔ جنوبی به‌طور مورب تابیده آن‌جا زمستان است.

حرکات دیگر کرهٔ زمین همگی مهم و قابل مطالعه هستند. رقص محور، حرکت زمین با مجموعه‌های بزرگ‌تر، جریان زیر اقیانوس‌ها، جریانات مختلف هوای دور کرهٔ زمین، حرکات مصنوعی روی کرهٔ زمین و بسیاری حرکت‌های دیگر که همگی در زندگی این کره نقش دارند. به جز حرکات قدر اول مجموعا از ۲۷ نوع حرکت برای زمین نام برده می‌شود. مطالعهٔ این حرکات و سایر جنبش‌های نجومی از اسرار جالب و مهم طبیعت اطراف ما پرده بر می‌دارد.

آخرین معنایی که از کلمهٔ جهان استنباط می‌شود، مجموعه‌ای شامل هزاران میلیون کهکشان است که هر عضو این مجموعه، یعنی هر کهکشان شامل دویست هزارمیلیون ستاره، شبیه به خورشید خود ماست. امروزه اما، در کیهان‌شناسی نوین، به تمامی مجموعهٔ فوق که در فضایی به وسعت ۱۴ میلیارد سال پخش شده است به‌صورت یک حباب نگریسته می‌شود که در مجموعهٔ بی‌نهایت حباب دیگر قرار گرفته است.

پس از پیش‌رفت علم احتمالات، به ویژه با کاربرد کامپیوترهای نوین، دیده شد که ریاضیات بشری ساختمانی تصادفی است که در یک مجموعهٔ بی‌نهایت عنصری قرار گرفته است. به این معنا که در ریاضیات کنونی ما دیده می‌شود که بی‌نهایت نوع ریاضیات دیگر می‌توانست با (لااقل) همین اعتبار به وجود آید.

اعتبار ریاضیات و هر ساختمان دیگر را می‌توان با محاسبهٔ «ضریب پایداری» آن مربوط کرد. دست‌آوردهای اخیر کیهان‌شناسی نوین و ریاضیات باعث شده دانش‌مندان به جهان‌های دیگر بیندیشند و فکر کنند که این جهان‌ها به واقع

وجود دارند.

جهان شامل همه چیز و هر چیزی است که ما می‌بینیم یا می‌توانیم در موردش شناسایی مستقیم پیدا کنیم. به این جهت عجیب به‌نظر می‌رسد که بتوان راجع به جهان‌های دیگر سخن گفت. نظریهٔ «استاندارد» پیدایش جهان کنونی، انفجار بزرگ، می‌گوید که تقریبا در حدود ۱۴ میلیارد سال پیش تمامی جهان کنونی از آتش‌گوی نخستین با فشردگی بی‌نهایت و درجه حرارت بی‌نهایت زاده شده است.

نقطهٔ ضعف اصلی نظریهٔ انفجار بزرگ مربوط به لحظهٔ تولد جهان است. مشکلات ریاضی‌فیزیکی محاسبهٔ «لحظهٔ خلق» باعث شد که منجمین و فیزیک‌دان‌ها در سال‌های ۱۹۶۰ و ۱۹۷۰ به‌تدریج مفهوم لحظهٔ خلق را کنار گذاشته به جای آن لحظهٔ کوچکی پس از شروع جهان را که در واقع کسر کوچکی از ثانیه است در نظر گیرند و کوشش خود را متوجه تکمیل فرضیهٔ تکاملی جهان از آن لحظه به بعد کنند.

به این ترتیب، ترم جدیدی در ادبیات نجومی دنیا، به جای انفجار بزرگ معرفی شد: تکینگی یا «وحدت» یا Singularity که در واقع به تجمع همهٔ جرم‌ها، انرژی‌ها، مکان‌ها و زمان‌ها در یک نقطهٔ ریاضی‌فیزیکی دلالت می‌کند.

دست‌آورد عظیم دانش‌مندان در طی این مدت که بر مبنای اندازه‌گیری‌ها و محاسبات غیر قابل انکار علمی قرار دارد به راستی خارق‌العاده است. دقیقا یک‌ده‌هزارم (۰/۰۰۰۱) ثانیه پس از «وحدت»، درجهٔ حرارت محیط یک میلیون میلیون $۱۰^{۱۲}$ درجهٔ کلوین و چگالی ماده $۱۰^{۱۴}$ گرم بر سانتی‌متر مکعب بوده است. این چگالی یعنی یک حبه قند از ماده در این شرایط صد میلیون تن وزن خواهد داشت.

این نظریه به‌خوبی نشان می‌دهد چه‌گونه در همان لحظات اولیه ۲۵ درصد هیدروژن جهان به هلیوم تبدیل شده است. اندازه‌گیری «صدای زمینه» به

مقدار سه درجهٔ کلوین در تمام جهات فضا و دور شدن کهکشان‌ها از یکدیگر که از انحراف قرمز داپلر نتیجه می‌شود مؤید نظریهٔ فوق است.

جهانی که یک‌ده‌هزارم ثانیه عمر دارد، چه‌گونه به‌وجود آمده؟ مدل‌های بسیاری برای لحظهٔ خلق جهان پیش‌نهاد شده است. پر طرف‌دارترین آن‌ها، جهان دوره‌ای یا متناوب است که بر مبنای سیکل «انفجار بزرگ، انبساط کامل، انقباض بی‌نهایت، حفرهٔ سیاه نهایی، تولد حفرهٔ سفید در جهان بعدی، انفجار بزرگ» قرار دارد. اما مشکلات ریاضی سیکل فوق که به‌هرحال اجازهٔ نزدیک‌تر شدن از ۰/۰۰۰۱ ثانیه به نقطهٔ تجمع یا وحدت را، چه در حفرهٔ سیاه و چه در حفرهٔ سفید (آتش‌گوی نخستین) نمی‌دهد، باعث شده است که نظریهٔ جهان حبابی که به خوبی با دست‌آوردهای ریاضیات و فیزیک و کیهان‌شناسی نوین می‌خواند پیش‌نهاد شود.

اندیشهٔ جهان حبابی بر مبنای مفهوم فیزیکی تورم یا Inflation قرار گرفته است. تورم حبابی به‌خوبی از عهدهٔ توضیح نرمی و یکنواختی جهان کنونی برمی‌آید. این نظریه همچنین، بزرگ شدن نمایی (اکسپونانسیل) جهان را بعد از «وحدت» به‌خوبی نشان می‌دهد. تورم در واقع هنگامی آغاز شده که تمامی جهان کنونی در حجمی که از نظر کوچکی قابل مقایسه با یک ذرهٔ ابتدایی اتمی است فشرده بوده است. این نظریه به این ترتیب نشان می‌دهد که جهان کنونی چه‌گونه از «هیچ» به وجود آمده است، زیرا به کوانتوم‌های متغیر کوتاه‌عمر اجازه می‌دهد تا بی‌نهایت ورم کنند.

این نظریه نشان می‌دهد چه‌گونه در همان لحظات اولیهٔ پس از تولد در هر $۱۰^{-۳۴}$ ثانیه (بعد از صفر ممیز ۳۳ صفر دارد) اندازهٔ جهان دو برابر می‌شود. این رقم ممکن است معنای واقعی و علمی خود را منتقل نکند. معنای آن این است که در $۱۰^{-۳۳}$ ثانیه، اندازهٔ جهان ده (۱۰) بار، دو برابر شده است یعنی با فاکتور $۱۰۲۴=۲^{۱۰}$ بزرگ شده است و بعد از $۱۰^{-۳۲}$ ثانیه فاکتور بزرگی به $۲^{۱۰۰}$ (تقریبا $۱۰^{۳۰}$) می‌رسد، یعنی در زمانی به مراتب کم‌تر از یک چشم بر

هم زدن، آن‌چه به اندازهٔ یک پروتون بوده تا حد یک طالبی ورم کرده است. البته لازم به تذکار است که اکنون ضرایب انبساط بـه مـراتب کـم‌تر بـوده و پروتون‌ها طالبی نمی‌شوند. نـظریهٔ تـورم نشـان مـی‌دهد هـر آن‌چـه امـروز می‌بینیم، روزگاری فقط به صورت یک «دانه» یا بذر کوچک بوده که در محیط مناسب ورم (رشد) کرده به شکل کنونی در آمده است.

در حال حاضر این نکته فوق‌العـاده جـالب تـوجه است کـه جـهان‌های ایـن مجموعهٔ «بی‌نهایت جهان» می‌توانند با یکدیگر تفاوت‌های بـنیادی داشـته باشند، مثلا عوامل اصلی حباب ما: ماده (جرم)، انـرژی (نـور)، فـضا، زمـان (زمان‌مکان) و اطلاعات (entangelment یا درهم تنیدگی کشف شده توسط انسان) است که به صورت ملغمه‌ای تمامی این جهان را پر کـرده است. امـا نکتهٔ اصلی این‌جاست که به هیچ وجـه ضـرورت نـدارد کـه عـوامـل اصـلی حباب‌های دیگر نیز به همین صورت باشد. اگر چه بعید نیست که بتوان دو حباب یکسان در این مجموعهٔ کف صابونی پیدا کرد، اما بـه اغـلب احـتمال جنس این حباب‌ها با یکدیگر فرق دارد و عـوامـل دیگـری در جـنسیت آن حباب‌ها دخالت می‌کنند.

ذهنیت بشر به‌هیچ‌وجه نمی‌تواند از تصور ملغمهٔ ماده، انرژی، زمان، مکان و اطلاعات فراتر رود و انـدیشیدن بـه چـیزی سـوای ایـن‌ها جـز در مـحدودهٔ ریاضیات محض، غیر ممکن است. اگر جهان مه بانگی خود را که به پوم تاک قلب یا بـاز و بسـته شـدن انگشـتان دست مـاننده است از راه دور بـنگریم، جهان‌های دیگری را نیز می‌بینیم که از جنس دیگرند و به حرکات دیگـری مشغول. اشکال این‌جاست که ما داخل این جهانیم و نمی‌توانیم از آن بیرون رفته و از راه دور به آن بنگریم.

اگر به یک کاسهٔ سالاد بـنگریم، در آن سـبزیجات و مـعدنی‌های مـختلفی تشخیص می‌دهیم. اگر جهان ما خیار باشد جهان دیگر می‌تواند تا حد گوجه فرنگی با ما تفاوت داشته باشد. یا تا حد آب‌لیمو. یا تا حد نمک. یا به مراتب

بیش از آن. در حال حاضر ما هیچ اطلاعی از هیچ جهان دیگری جز جهان خود نداریم. برای آنالوژی شاید بتوان گفت تفاوت بین حباب ما و حباب همسایه، به‌عنوان مثال، تفاوت بین گوشت چرخ شده و مستطیل است، تنها وجه مشترکی که شاید بتوان بین این حباب‌ها حدس زد «اطلاعات» است. آیا گوشت چرخ شده می‌تواند با مستطیل ارتباط اطلاعاتی برقرار کند؟

ضد ماده

مطالعات اخیر نشان می‌دهد که مقدار ضدماده در جهان به‌مراتب بیش از آن است که در گذشته تصور می‌شد. مقدار دقیق ضدماده در جهان هنوز مشخص نشده است اما محاسبات کنونی نشان می‌دهد که قسمت اعظم مادهٔ جهان که در ضمن غیرقابل رویت است اساسا ماده نبوده و ضدماده است.

از آن‌جا که هیچ مانع علمی و فلسفی سر راه قبول «جهان ضدماده» وجود ندارد از هم‌اکنون برخی منجمین خود را آماده کرده‌اند اعلام کنند ما در جهان ضدماده زندگی می‌کنیم. از آن‌جا که ضدماده حقیقتی آزمایش‌گاهی است فرض وجود جهان ضدماده چندان هم غیر منطقی نبوده ما به خوبی می‌توانیم حادثه‌ای که اتم‌های ما را با هستهٔ مثبت و مدارات منفی ساخته است تبدیل به‌حادثهٔ معکوس کنیم.

در سراسر فضای قابل رؤیت دیده می‌شود که جهان از غبار فضایی (گاز هیدروژن) پوشیده شده است. چه عاملی به‌جز یک تصادف می‌تواند در مثبت بودن هستهٔ این اتم و در منفی بودن الکترون آن موثر باشد؟ حال که وجود ضدماده در جهان محقق شده است آیا امکان نداشت جهان از «ضد هیدروژن» با پروتون منفی و الکترون مثبت ساخته می‌شد؟

آیا ضدماده در این نیمه جهان می‌تواند آزادانه زندگی کند؟ ببینیم اگر چنین چیزی امکان داشته باشد رفتار جهان چه‌گونه خواهد بود. حقایق آزمایش‌گاهی نشان می‌دهد در ملاقات ماده و ضدماده انفجار شدیدی رخ خواهد داد که در

نتیجهٔ آن مقادیر بسیار زیادی انرژی ساطع می‌شود. این انرژی بیش‌تر از نوع الکتریکی بوده تخلیهٔ آن خیلی سریع انجام مـی‌پذیرد. دقـیقا ایـن هـمان صحنه‌ای است که امروزه در فضا جلو چشمان ما قرار گرفته است. به‌این معنی که در فضا انفجارات زیادی رخ می‌دهد کـه بـعضی از آنـان بـا هـیچ‌کدام از نظریه‌های دیگری که تاکنون شناخته شده‌اند قابل توجیه نیست.

دلیل انفجار عظیمی که در حدود یک قرن پیش در شمال سرزمین روسیه و در سیبری باعث تخلیهٔ مقادیر عظیمی‌انرژی و تخریب سرزمین‌های وسیعی گردید هنوز جزو اسرار طبیعت به‌شمار می‌رود. آیا سنگی از جنس ضدماده با کرهٔ زمین برخورده است؟

در جهان ضدماده اوضاع از چه قرار است؟ آیا فضازمان گود خواهـد بـود یـا برآمده می‌گردد؟ آیا نور جذب ضدماده می‌شود یا از آن دور می‌گردد؟ خود نور، چه و چه‌گونه خواهد بود؟ اوضاع جرم و گرانش چه‌گونه خواهد بود؟ یک دافعهٔ ساده؟ یا بازهم جاذبه؟ در حال حاضر جواب دقیق ایـن سـوآلات مشـخص نیست.

برای بررسی جهان ضد ماده، مجبور به‌ورود به‌دنیای فانتزی تخیلات علمی می‌شویم. اصولا یک روش به‌دست آوردن تئوری‌های علمی و کشف «قوانین طبیعت!» روشی شاعرانه و تخیلی است. خیال‌پردازی گاه کمک‌های بـزرگی به‌حل مسائل می‌کند. گفته‌اند آن‌چه روزی در گذشته بـه‌خیال درآمـده است می‌تواند در آینده به‌وقوع پیوندد. گواه این گفتار، تخیلات عجیب پیشینیان و پیش‌رفت‌های شگرف علمی‌خود ماست. بحث‌های تخیلی یک وسیلهٔ مـهم فهم جهان است.

اگر حمل برشوخی نشود، شاید بتوان گفت در جهان ضدماده همه چیز وارونهٔ جهان کنونی خواهد بود. اگرچه برای ما تصور کسی که به طور معکوس و از پایین به‌بالا می‌نویسد کمی مشکل است، ولی این دقیقا همان چیزی است که اتفاق می‌افتد.

در جهان ضدماده احتمالا تمامی پدیده‌ها معکوس هستند. در نـتیجه درجـهٔ حرارت صفر مطلق و سرعت نور که در جهان ما به‌ترتیب مرزهای پایینی و بالایی هستند، برای آنان مرزهای بالایی و پایینی خواهد شد. یعنی برای آنان گرم‌تر از صفر مطلق و آهسته‌تر از سرعت نور وجود نخواهد داشت! آیا داخل حفره سیاه این گونه است؟

به غیر از «ضدجهان» تشکیل شده از ضدماده، می‌توان از سایر جـهان‌های دیگر نیز صحبت کرد، به‌عنوان مثال می‌توان از نیمهٔ دوم جهان کنونی کـه به‌نام جهان انقباضی شناخته شده است سخن گفت. اگـرچـه بـرای بـررسی خواص جهان انقباضی چندان رخصت ورود به‌دنیای تخیلات عـلمی‌نیست، ولی در این مورد سوآلات بسیار اساسی و بـعضا نـامانوس مـطرح است کـه بررسی آنان کم از قدم گذاردن به‌دنیای خیالات علمی نیست.

آیا در نیمهٔ دوم جهان، اصل دوم ترمودینامیک، اثـر داپـلر، روابـط کـوانـتوم مکانیک، تئوری نسبیت، اصل بقاء انرژی، اصل لختی و سایر اصول شناخته شدهٔ این نیمه جهان برقرار است؟ دربارهٔ این سوآلات در حال حاضر نمی‌توان بحث زیادی کرد ولی از آن‌جا که «نیمه‌جهان دوم» دنبالهٔ «نیمه‌جهان اول» است، با احتمال بسیار زیاد در آن نیز وقایع به‌صورت احتمالی رخ می‌دهد که برای مطالعهٔ آن باید از آمار کمک گرفت.

زیباترین حالت موقعی است که طبیعت شوخ‌چشمی‌کرده و اصل عدم قطعیت در آن‌جا نیز صادق باشد. در این صورت آیا نمی‌شود گفت که بچه‌های مدرسهٔ «نیمهٔ دوم جهان» به‌عنوان اولین درس هندسه‌فیزیک از اصل عدم قطعیت شروع کرده آخر سر به هندسهٔ اقلیدس ختم خواهند کرد؟

برای تعمق در این بحث باید نیم نگاهی به مسالهٔ تقارن بیندازیم. این اواخر بحث‌های بسیاری در مورد مسالهٔ مـتقارن و نـامتقارن درگـرفته است. ایـن بحث‌ها کمک عمده‌ای به جهان شناسی ما می‌کند.

برای بررسی قرینه‌ها بیاییم دو آینه عمود بر هم در نظر بگیریم. ایجاد تصویر

و تصویر در تصویر، شکل + را پدید می‌آورد و فضا را به چهار قسمت تقسیم می‌کند. اگر هر قسمت را به مثابه یک سیستم جهانی در نظر بگیریم و اگر جهان خود را ۱ بنامیم، جهان تصویرهای مستقیم را ۲ و ۳ بنامیم و جـهان تصویر در تصویر را ۴ بخوانیم می‌توانیم مطالعهٔ نظری مهمی انجام دهیم.

قیافهٔ ما واقع در سیستم جهانی ۱ دارای تصویر قرینه‌ای در سیستم جهانی ۲ است. این دو شکل جز در حالت تا کردن این دو جهان، بر روی هم منطبق نمی‌گردند، یعنی انتقال صفحه‌ای امکـان ایـن انـطباق را نـمی‌دهد. در ایـن صورت یک‌بار تا شدن فضازمان برای این انطباق ضروری است. قیافهٔ ما در جهان ۴ یا جهان تصویر در تصویر دارای تصویر قرینهٔ مرکزی است. اگرچه در هندسهٔ اقلیدسی و با انتقال صفحه‌ای می‌توان جهان ۱ را بر جهان ۴ منتقل کرد ولی از آن‌جا که در چنین انتقالی ناگزیر از گذشتن مراحل بینابینی ۲ یا ۳ خواهیم بود و جهان ما یک‌بار تا خواهد شد، بنابراین رفـتن بـه‌مرحـلهٔ ۴ بـا یک‌بار تا شدن مجدد جهان امکان‌پذیر بوده بـرای آن بـه دو بـار خـمیدگی فضازمان نیازمندیم. اوضاع جهان ۴ چه‌گونه است؟

تاکنون از دو نوع جهان دیگر، یعنی جهان ضدماده و جهان انقباضی صحبت کرده‌ایم ولی وجود جهان تصویر در تصویر، ما را به‌فکر ورود به‌جهان دیگری هرقدر فانتزی یا تخیلاتی می‌اندازد. در این صورت چرا نتوانـیم بـه‌جای دو آینه، سه آینه داشته باشیم؟ چرا نتوانیم آینه‌های بیش‌تر از سه داشته باشیم؟ چرا این آینه‌ها نتوانند باهم زوایای نامنظم و تصادفی بسازند؟ چرا نـتوانـیم آینه‌های خمیده داشته باشیم؟

در مقابل تمامی‌این سوآلات ناگزیریم بگوییم، شاید این آینه‌ها در عمل وجود داشته باشند. آینه‌های بی‌شمار، به‌اشکال و با خمیدگی‌های گوناگون و زوایای تصادفی متعدد، که در آن صورت دارای تعداد بسیار زیادی جهان خواهیم شد. در جهان‌های پیش‌گفته، با دو نوع تقارن مختلف، یکی بین دو نیمه جـهان انبساطی و انقباضی و دیگری بین جهان‌های ماده و ضدماده سروکار داریم.

امروزه بررسی دقیق‌تر، این فکر را تـقویت کـرده است کـه احـتمال دارد مـا «دارای» تعداد بسیار زیادی (آیا واژهٔ باورنکردنی امـا زیـبای بـی‌نهایت را در این‌جا دوست می‌داریم؟) جهان باشیم.

جهان‌هایی که بعضی متشابه و بعضی متقارن هستند و همگی آنان در این‌جا به «بی‌نهایت جهان» خوانده خواهند شد. بی‌نهایت جهانی که مـتاسفانه در حال حاضر هیچ‌گونه اطلاعی جـز نشـانه‌های اولیـهٔ ریـاضی از آن در دست نیست.

این «بی‌نهایت جهان» که عالی‌ترین دست‌یافتهٔ کنونی فکر ماست تشکـیل شده است از بی‌نهایت جهان که در آن (امیدوارانه) نهایت درخشندگی، زیبایی و آرامش حکم‌فرماست. آیا این نهایی‌ترین «جهان» بشر خواهد بود؟

این سوآلی است که در حال حاضر پاسخ آن را نمی‌دانیم، تنها می‌دانیم که در مجموعهٔ بی‌نهایت جهان، بی‌نهایت ریاضیات مختلف وجود دارد و بی‌نهایت فیزیک. و دیده می‌شود کلیهٔ دانش‌ها در «جهان کوچک» شناخته شدهٔ فعلی فقط نتیجهٔ یک تصادف است، به طوری که به جای ریاضیات کنونی ممکن بود بی‌نهایت نوع ریاضیات دیگر پدید آید. این مبحثی است که از دیدگاه‌های بزرگ‌نگر و ریزنگر (ماکروسکپی و میکروسکپی) دارای نهایت نخواهد بود.

این حیرت‌انگیزترین دست‌آورد جهان علوم است. ترمودینامیک آماری و اصل عدم قطعیت و در یک کلام ریـاضیات کـنونی بـه‌بی‌نهایت جـهان دیگـر بـا بی‌نهایت موجود دیگر دلالت می‌کند. ریاضیات کنونی ما، ساختمانی تصادفی است که در داخل خود آن، تصادفی بودنش نمایانده می‌شود. ثابت مـی‌شود بی‌نهایت نوع ریاضیات دیگر می‌توانست به جای آن به وجود بیاید که در هر کدام آن‌ها می‌شد تصادفی بودنش و وجود بی‌نهایت ریاضیات دیگر را دید. که از هر کدام آن‌ها بی‌نهایت نوع جهان نتیجه می‌شود و البته نه فقط جهان‌های دیگر، که موجودات دیگر.

نیرو

همهٔ ما در زندگی روزمره تجربیات فراوانی از نیرو داریم و کلمهٔ نیرو را با سهولت به کار می‌بریم ولی معمولا دقت نمی‌کنیم آن‌چه ما به آن نیرو می‌گوییم چیست. از آن گذشته در حال حاضر حتا پیش‌رفته‌ترین بخش‌های فیزیک عصر حاضر نیز از بیان چیستایی نیرو عاجز است. حوزهٔ فیزیک به عملکرد نیرو و تاثیرات آن محدود می‌شود. چیستی نیرو ما را وارد مقولات متافیزیک می‌کند.

مفهوم نیرو چنان با زندگی عجین گشته که معمولا وجودش احساس نمی‌شود. زیست در قعر اقیانوسی از هوا جریان دارد که نیروی وارده از آن بر هر سانتی‌متر مربع، تقریبا یک کیلوگرم است. سطح بدن انسان تقریبا ۱/۸ متر مربع است و نیرویی که دائما بر این بدن، فقط از طرف هوا اعمال می‌شود، چیزی درحدود هیجده تن است.

این نیرو از نوع هیدروستاتیکی یعنی در تمام جهات یکسان است. عملا با فشار خون داخلی موی‌رگ‌های زیر پوست در تعادل دائمی است و به این جهت آن را احساس نمی‌کنیم.

در اثر خاصیت هندسی فضای اطراف کرهٔ زمین نیروی دائمی دیگری روی ما وجود دارد. این نیرو که به غلط به نیروی جاذبه موسوم شده چنان دائمی است که ما به آن توجه نداشته اغلب آن‌را نیز احساس نمی‌کنیم. فیزیک‌دان امروز می‌داند که در تحلیل دقیق، کلیهٔ نیروهای جهان به چهار دسته تقسیم می‌شوند: جاذبه، الکترو مغناتیس، هسته‌ای و رادیواکتیو.

باورهای مکانیک کلاسیک، نیروی جاذبه را نیروی عمل کننده بین دو جرم می‌داند که مقدار آن مستقیما متناسب با بزرگی دو جرم و معکوسا متناسب با مجذور فاصلهٔ آن‌هاست. به زبان ساده‌تر هر قدر دو جرم بزرگ‌تر باشند نیروی جاذبهٔ بین‌شان بیش‌تر می‌شود و هر قدر دورتر می‌شوند نیروی جاذبه کم‌تر می‌گردد. طبق قانون جاذبهٔ نیوتن نیروی جاذبهٔ F بین دو جرم m و M که با

فاصلهٔ مشخص d از یکدیگر قرار گرفته‌اند از رابطهٔ $F = GMm / d^2$ به دست می‌آید. در این رابطه G مقدار ثابتی است که به دستگاه اندازه‌گیری مربوط می‌شود. همهٔ این مطالب را اولین بار یک سیب سرخ به نیوتن می‌گوید.

بعدها نیوتن، لاپلاس، لاگرانژ و دیگران توانستند تمامی حساب‌های نجومی جهان آن‌روز را رسیده تکلیف سیارات را روشن کنند. در این مورد لاپلاس تا آن‌جا پیش می‌رود که فرضِ وجودِ «پارامترهای نامشخص» را در محاسبات خود غیر ضروری تشخیص می‌دهد.

در آن روزگار رسم بر این بود که برای توضیح عملکرد نیروهای فیزیکی به پارامترهای نامشخص متافیزیکی متوسل شوند. میراث قرون وسطا، وحشت از کلیسا. با دیدن متون علمی قرون وسطا همیشه حیرت کرده‌ام، فشار کلیسا بر علم غیر قابل تحمل بوده است. کلیسا از آن پس هرگز نتوانست (با هر قدر عذر خواهی) لکّهٔ ننگ ایذاء دانش‌مندان را از وجود خود پاک کند.

امروزه نیروی جاذبه با وضع مشخص‌تری به دنیای علم عرضه شده به آن به صورت یک خاصیت فیزیکی‌هندسی فضازمان نگریسته می‌شود. اما در حال حاضر ما آن‌را با همان نام مالوف جاذبه خواهیم خواند.

ما از انواع عملکرد نیروی الکترومغناتیس به طور روزمره بهره‌مند می‌شویم. به طور کلی اگر از سه عامل برق و مغناتیس و حرکت، دو تای آن در دست‌رس باشد می‌توان سومی را به‌دست آورد. مثلا مجموع برق و مغناتیس در استارت اتومبیل حرکت ایجاد می‌کند، مجموع حرکت و مغناتیس در دینام اتومبیل برق تولید می‌کند و حرکت میلهٔ آهنی در سیم‌پیچ برق‌دار عقربهٔ مغناتیس را به حرکت در می‌آورد. مغناتیس شدن آهن سیم‌پیچی شده را در زنگ اخبار معمولی می‌توان دید.

نیروی هسته‌ای قوی در داخل اتم و بین ذرات آن عمل می‌کند. همین قدر بگوییم آن‌چه ذرات داخل اتم را کنار یکدیگر قرار می‌دهد، یعنی چسبی که

پروتون‌ها و نوترون‌ها را به یکدیگر می‌چسباند و نظام داخلی اتم را به وجود می‌آورد به نیروی هسته‌ای معروف است. البته فراموش نکنیم که پروتون و نوترون ساچمه‌ای به صورتی که تا همین اواخر فکر می‌کردیم وجود نـدارد. آن‌ها نیز نظام‌ها یا منظومه‌های کوارک هستند.

نیروی رادیو اکتیو باعث از بین رفتن اتم‌های سنگین‌تر و زنده‌تر مـثل اتـم اورانیوم و تبدیل آن‌ها به اتم فـلزات سـبک‌تر و بـی تـحرک‌تر مـثل سـرب می‌شود. رادیواکتیو از سه نیروی دیگر خفیف‌تر عمل می‌کند و به همین جهت به آن نیروی ضعیف می‌گوییم.

آیا طبیعت در این مورد رفتار غریبی از خود نشان داده است؟ چرا چهار نیرو؟ نه پنج و نه سه؟ اصولا مگر نه این‌که در طبیعت فقط یک وجود دارد و بقیه همه ساختهٔ ذهن بشر است؟

بشر همواره آرزو داشته نشان دهد سرچشمهٔ این نیروها واحد است. اینشتین بیش از سی سال در راه یافتن تئوری میدان واحد و یافتن ذرهٔ ابتدایی که سر منشاء تمامی نیروهای چهار گانه است تلاش می‌کند، تلاش‌های او به جایی نمی‌رسد.

از سال‌های ۶۰ فیزیک‌دانان با کوشش خاص مسالهٔ وحدت نیروها را پی‌گیری می‌کنند. اگر چه هنوز جوابی قطعی برای مساله به دست نیامده است، بخشی از جایزهٔ نوبل فیزیک سال ۱۹۷۹ به پروفسور عبدالسلام، دانش‌مند پاکستانی مـقیم انگـلستان تـعلق مـی‌گیرد کـه در نشـان دادن وحـدت نـیروهای الکترومغناتیس و رادیواکتیو و نیز در راه رسیدن به خمیرمایهٔ اولیهٔ جهان به موفقیت‌های چشم‌گیری نایل آمده است. امروزه بارقهٔ وحدت بین نـیروهای چهار گانهٔ طبیعت ملاحظه می‌شود به‌طوری که بـعضی دانش‌مـندان مـایلند پیشاپیش آن را اصل وحدت نیرو بنامند.

پیش از پرش بزرگ به اصل وحدت نیرو که به هر حال موقع آن نرسیده باید گفت، هنوز هم اتفاقاتی که غیر قابل توضیح به نظر می‌رسد در جـهان رخ

می‌دهد. اتفاقات بسیاری هم هستند که در گذشته رخ داده‌اند و تاکنون توضیحی برای آنان یافت نشده. توضیح کلیهٔ اتفاقاتی که تاکنون شناخته شده است اما، با کمک چهار نیروی فوق میسر بوده است. دلیلی در دست نیست که سایر اتفاقات نیز با کمک این چهار نیرو توضیح داده نشوند.
معجزهٔ رسیدن به وحدت نیرو به معنای حل کامل کلیهٔ مسائل فیزیک و جهان است که هنوز در دوردست‌ترین افق‌هاست. مثلا در مورد انرژی نور.

نسبیت خاص

گلوله‌ای که از تفنگ ساکن خارج می‌شود نسبت به ناظر ساکن دارای سرعت خاصی است و در صورتی که تفنگ متحرک باشد حرکت آن در سرعت گلوله مؤثر است. چنین چیزی درمورد نور صادق نیست و در واقع تمامی تلاش‌های علمی که نشان دهد حرکت چشمهٔ نور در سرعت نور مؤثر است با شکست روبه‌رو شده است.
وقتی با شیوه‌های مختلف سرعت نوری را که از منبع متحرک به‌دست می‌آید اندازه‌گیری می‌کنیم به نتیجهٔ واحدی می‌رسیم. این پدیده بالاخره منجر به‌کشف سرعت حد گردید و نه تنها آن، که پایهٔ یکی از بزرگ‌ترین انقلابات همهٔ قرون و اعصار قرار گرفت، انقلاب نسبیت.
نسبیت در نخستین دههٔ قرن بیستم منتشر شد و از همان آغاز انتشار اثرات خارق‌العاده شدید آن روی تمامی جهان علوم به‌منصهٔ ظهور رسید. این تاثیر آن‌قدر شدید بود که شایعاتی را مبنی بر این که در سراسر گیتی، حتا ده نفر یا به روایتی حتا سه نفر نیز وجود ندارند که قادر به‌درک نسبیت باشند، بر سر زبان‌ها انداخت. نسبیت پرسروصداترین پدیدهٔ علمی تاریخ نوشته شدهٔ بشر بوده است.
امروزه، پس از گذشت سه ربع قرن از عمر نسبیت و پس از فروکش کردن آن هیجانات عظیم، دیده می‌شود که مفهوم نسبیت، به‌مراتب ساده‌تر و منطقی‌تر

از شایعات سال‌های اولیه است. جالب این‌جاست که امروزه در جهان دانش حتا ده نفر نمی‌توان یافت که از عظمت نسبیت بی‌اطلاع باشند.

نسبیت یکی از کامل‌ترین دست‌آوردهای جهان بشری است. چنان‌که امروزه هیچ‌یک از شاخه‌های علوم و معارف بشری از نسبیت بی‌بهره نمانده‌اند. حتا هنرها نیز با بهره‌وری از این نظریه به‌تکامل بزرگی دست یافته‌اند به‌طوری که در هر کتابی که سعی در شناخت جریانات فکری بشر دارد ردپایی از نسبیت دیده می‌شود.

بیان اصلی نسبیت، بیان ریاضی و با کمک ریاضیات تانسورهاست که سال‌ها قبل از نسبیت کشف شده به‌تکامل رسید. این شاخه از ریاضیات به‌خاطر نحوهٔ خاص نگارش آن، به‌محققان اجازه می‌دهد پدیده‌های چندسویی را، هر اندازه بزرگ، به‌زیر مهمیز نظم کشیده روی آن‌ها محاسبات ضروری انجام دهند.

بیان فیزیکی نسبیت با زبان متداول‌تری صورت گرفته. اینشتین خود جز در مقالات اولیه، همواره، به‌ویژه در کتاب‌ها و سخن‌رانی‌ها، از این شیوه استفاده می‌کند. سخنان اینشتین مملو از آزمایشگاه‌های خیالی و ساعت‌های شماطه‌دار و خط کش‌های معمولی است. اینشتین اما، با ترازو زیاد سر و کار ندارد.

فرض کنیم سوار یک اتوبوس هستیم و راننده به خط مستقیم از شهر دور می‌شود. ما روی صندلی عقب نشسته‌ایم و از پنجره عقب به ساعت برج شهرداری که وسط میدان شهر است نگاه می‌کنیم. عقربه‌های ساعت مثل همیشه به حرکات خود مشغولند. زمانی که ساعت شهرداری نشان می‌دهد با زمانی که ساعت مچی ما نشان می‌دهد یکسان است. راننده سرعت خود را زیادتر می‌کند. منظور از سرعت زیاد سرعت‌های قابل مقایسه با سرعت نور است. ما هنوز به ساعت برج وسط میدان شهر نگاه می‌کنیم و در کمال تعجب می‌بینیم که ساعت برج از ساعت ما عقب افتاده است. از آن‌جا که بابت درست کار کردن ساعت شهر مطمئن هستیم نتیجه می‌گیریم که نوری که از ساعت

شهر به سمت ما می‌آید مدتی طول می‌کشد تا به ما برسد. اکنون راننده سرعت خود را به سرعت نور می‌رساند. ما که هنوز از شیشهٔ پشت به ساعت برج نگاه می‌کنیم متوجه می‌شویم که ساعت شهر به طور کامل توقف کرده است. نوری که از ساعت به سوی ما می‌آید با سرعت دور شدن اتوبوس یکسان است در نتیجه نور لحظهٔ بعد به ما نمی‌رسد. اگر اتوبوس سرعتش را کم کند متوجه می‌شویم که ساعت شهر به کار می‌افتد و ما حرکت عقربه‌های آن را می‌بینیم. به این ترتیب اتوبوسی که از میدان شهرداری راه می‌افتد هر چه تندتر حرکت کند ساعت شهرداری برای ما که داخل اتوبوس هستیم کندتر می‌شود در همین حال برای کسانی که در میدان شهر ایستاده‌اند ساعت به طور طبیعی کار می‌کند.

نسبیت با کلام فلسفی، ادبی و هنری نیز بیان شده است اما در این مورد خود اینشتین چندان نقشی نداشته سهم عمده متعلق به‌فیلسوفان معاصر به‌ویژه راسل است. بازگو کردن کلام اینشتین با زبان غیرریاضی گویشی ساده‌انگارانه را تداعی می‌کند در حالی که مفهوم نسبیت به‌خاطر منطق عمیق و آرام آن، در زندگی امروزه آن‌قدر خوب جاافتاده که دیگر نمی‌توان آن را یک هیولای غیرقابل درک دانست.

زمینهٔ تولد نسبیت آشفته و درهم ریخته است. مکانیک کلاسیک از عهدهٔ توضیح همهٔ پدیده‌ها برنمی‌آید. معادلهٔ ماکسول در فیزیک کلاسیک گرفتار و سردرگم شده. محاسبات عادی، درجهٔ حرارت یک اجاق هیزمی معمولی را بی‌نهایت نشان می‌دهد. مکانیک نیوتن ـ لاپلاس در توضیح بسیاری از پدیده‌های نجومی کوتاه دست مانده است و خلاصه در تمامی زمینه‌های علوم، اوضاع آشفته و نابه‌سامان به‌نظر می‌رسد.

در جهان علوم، شرایط متشابه با روزگاری است که نیوتن، با مکانیک نوین آن زمان، بساط از کارافتاده و فرتوت ارسطو را جمع می‌کند. در بین این گرفتاری‌ها یکی از آن‌ها قابل تکیهٔ مضاعف است. تحقیق جالب مایکلسون ـ مورلی که بر

عدم وجود اتر دلالت می‌کند. امروزه این مساله برای ما که با مفهوم «خلاء» آشنایی داریم و فرضیهٔ اتر از ذهن‌مان پاک شده چندان مهم جلوه نمی‌کند اما زدودن اندیشهٔ اتر به‌تلاش زیادی نیاز داشت.

اینشتین یک تنه به‌رفع بخش عظیمی از کوه مشکلات اقدام کرد. همان‌گونه که دکارت برای شروع از صفر آغاز کرد، اینشتین نیز با سوآلات بسیار پایه‌ای و به‌ظاهر بدیهی سروکار دارد. مسائل کلی او به «سادگی» عبارتند از فضا، زمان، جرم، انرژی، جاذبه و نور. البته این سوآلات به‌این صورت طبقه‌بندی نشده در دل هرکدام نیز سوآلات دیگری خفته است. اینشتین با وضع نظریهٔ نسبیت، به هوش‌مندانه‌ترین وجهی قادر به‌توضیح بسیاری از مشکلات می‌شود.

در توضیح نسبیت آشنایی با تعاریف برخی مفاهیم اولیـه ضـروری است، از جمله مهم‌ترین آن‌ها باید از سه مقولهٔ مهم «حادثه» و «اطلاعات» و «ناظر» نام برد. دو اتومبیل در نزدیکی ما با یکدیگر تصادف مـی‌کنند، صـدای ایـن تصادف سوار بر امواج صوتی به سوی ما حرکت می‌کند، به‌گوش ما می‌رسد و ما را از وقوع آن مطلع می‌کند. تصادف دو اتومبیل حادثه است، صدای ایـن تصادف، اطلاعات مربوط به‌این حادثه و گوش ما ناظر است. از آن‌جا که چشم مهم‌ترین گیرنده است، در فیزیک تمامی اطلاعات رسیده از هـر نـوع، چـه سمعی و چه به‌شیوه‌های دیگر، به‌صورت نظارت بصری بیان می‌شود. فرض کنیم به دور همهٔ این مقوله یک خط منحنی بسته کشیده‌ایم، مثلا یک بیضی. اکنون مثال تصادف اتومبیل‌ها را می‌توان خلاصه و ساده کرد:

تصادف دو اتومبیل = حادثه

صدای تصادف (صوت) = محمل اطلاعاتی

گوش ما = ناظر.

این مجموعه را در منحنی محصور کرده و آن را سیستم بسته می‌نامیم و از بقیهٔ جهان جدا می‌کنیم. خطی که به‌دور این مثال کشیده شده آن را محدود می‌کند. در واقع کل ماجرا به سیستمی بسته تبدیل شده که از نـظرگاه مـا از

جهان جدا شده است. این سیستم از نظرگاه ناظری که داخل سیستم قرار دارد تمامی جهان است چرا که این خط اجازهٔ انتقال هیچ‌چیز حتا اطلاعات را از خارج به‌سیستم یا از سیستم به‌خارج نمی‌دهد. بنابراین سیستم فوق به‌عنوان مثال دارای یک ناظر بوده و هرگز نه به‌تعداد آن اضافه و نه از آن کم می‌شود. این همهٔ جهان است.

در داخل یک منحنی بسته حادثه‌ای رخ می‌دهد و اطلاعات آن به ناظر داخلی سیستم می‌رسد. پس ما که بیرون ایستاده‌ایم چه کاره‌ایم؟ هیچ. اگر سیستم بسته باشد ما که بیرون قرار گرفته‌ایم با آن‌ها که داخل هستند هیچ نوع ارتباطی نمی‌توانیم برقرار کنیم. یعنی ما برای آن‌ها وجود نداریم. همان گونه که آنان برای ما.

حادثه‌ای که در زمان‌مکان مشخصی مانند لحظه و مکان تصادف در داخل سیستم رخ می‌دهد در زمان‌مکان مشخص دیگری مورد شناسایی ناظر قرار می‌گیرد. فرض کنیم این اختلاف زمانی ۲ ساعت باشد یعنی رسیدن اطلاعات به ناظر ۲ ساعت طول بکشد.

آیا برای ناظر و در سیستم بستهٔ فوق و در زمان وقوع تصادف حادثه‌ای رخ داده است؟ نه حادثه‌ای رخ نداده. آیا در زمان ۱+ ساعت حادثه‌ای رخ داده است؟ نه، هنوز حادثه‌ای رخ نداده است. فقط در زمان ۲+ است که ناظر از وقوع حادثه مطلع شده با در اختیار داشتن سرعت سیر و جهت ورود اطلاعات می‌تواند درک کند که در زمان مشخص «۲ ساعت قبل» حادثه‌ای در مکان مشخص «تصادف» رخ داده بود و به‌اندازهٔ ۲ ساعت طول کشیده است تا اطلاعات به‌او برسد.

به‌این ترتیب می‌بینیم که در یک سیستم بسته، اصولا تا قبل از زمان رسیدن اطلاعات، سوآل درمورد حوادث زمان‌های بین وقوع حادثه و دریافت اطلاعات بی‌معنی هستند. این سوآلات نمی‌توانند به‌وجود بیایند و به وجود هم نمی‌آیند.

اکنون نوبت حرکت است. تنها پدیدهٔ دائمی طبیعت حرکت است. حوادث در جهان دائما در حال وقوع‌اند. الکترون‌ها دائما به‌دور هسته‌ها می‌چرخند یا بهتر است بگوییم الکترون‌ها و هسته دائما به دور یکدیگر می‌گردند. ذرات کوچک داخل اتم دائما آزاد می‌شوند. منظومه‌های خورشیدی دائما در حرکت‌اند همچنین کهکشان‌ها نیز دائما متحرک‌اند. کهکشان‌ها دارای چندین نوع حرکت‌اند که دوتای آن از بقیه مهم‌تر است. اول حرکت چرخشی کهکشان به‌دور خود دوم حرکت دور شوندهٔ کهکشان‌ها از یکدیگر. روی کرهٔ کوچک زمین نیز سکون معنایی ندارد و هر چیز دست‌خوش انواع حرکت است. حرکت خاصیت ذاتی جهان است.

روزگاری بشر واژهٔ سکون را به‌اشتباه به‌کار می‌گیرد و خود را دچار دردسرهای نظری فراوان می‌کند. ساکن معنایی ندارد، در نتیجه متضاد آن «دائما متحرک» نیز معنایی ندارد، آن‌چه هست متحرک است منتها اگر دو جسم دارای حرکات عینا یکسان فرض شوند در آن صورت آن دو جسم نسبت به‌یکدیگر ساکن خوانده می‌شوند. نظریهٔ احتمالاتی حرکات ذرات درونی اتم قادر به‌پذیرفتن چنین فرضی جز در کوتاه مدت نیست.

می‌توان تمامی حرکات را می‌توان مطابق الگوی مثال قبل مجزا کرده مورد مطالعه قرار داد. به‌هرحال هرحادثه روی محیط اطراف خود تاثیر می‌گذارد، یا تولید صدا کرده، یا نور از خود منتشر می‌کند یا ...

به‌طور کلی «محمل‌های اطلاعات» یکی از چهار شق جاذبه، الکترومغناتیس، هسته‌ای یا رادیواکتیو است. حادثهٔ سقوط آسانسور به‌ناظر درونی، توسط محملش جاذبه خبر داده می‌شود. حادثهٔ طلوع خورشید توسط امواج الکترومغناتیس یا نور.

جهان، مجموعهٔ یک سری حادثه است که به‌وسیلهٔ محمل‌های اطلاعاتی به‌ناظران خبر داده می‌شود. این ناظران چشم‌ها، گوش‌ها و وسایل اندازه‌گیری هستند. می‌توان ناظر را یک سیستم گیرنده با قدرت درک اطلاعات واصله در

نظر گرفت. به‌عنوان مثال می‌توان یک رصدخانهٔ مشخص را با رادیوتلسکوپ و کامپیوتر و ابزارها و عواملش به‌عنوان ناظری در سیستم بستهٔ مطالعاتی در نظر گرفت.

نکتهٔ مهم این که همواره «زمان» با «مکان» می‌آید. اصولا به‌کار بردن واژهٔ «زمان‌مکان» یا «فضازمان» یا به‌زعم بسیاری واژهٔ «جایگاه» به‌جای فضا و زمان، از دست‌آوردهای نسبیت است و این به‌خاطر جدایی ناپذیری ملغمهٔ فضازمان است.

به‌کار بردن واژهٔ فضا یا زمان به‌تنهایی غلط است و نمی‌توان گفت که در A حادثه‌ای رخ داد و اطلاعات آن به B رسید. چه در این صورت A به‌جای آن که نام مکان بوده نقطه‌ای از فضا را معرفی کند تبدیل به‌نام حادثه می‌شود همان‌گونه که در این حالت B نیز نام ناظر خواهد بود.

شیوهٔ نسبتا درست‌تر آن است که بگوییم در زمان مشخص A و در مکان مشخص B یا در زمان‌مکان مشخص AB حادثهٔ مشخص C رخ داده است و اطلاعات آن پس از طی زمان مشخص D در جهت E یا پس از طی زمان‌مکان DE با وسیلهٔ F به ناظر G رسیده است. با این وصف برای رعایت عادت شده‌ها و برای سادگی در این مختصر به‌شیوهٔ مالوف سخن می‌گوییم.

گمانم این‌جا نکته یا سوآل جالبی وجود دارد. حادثهٔ شناخته شده‌ای در زمان‌مکان مشخصی رخ داده است، مثلا فرض کنیم یک انفجار خورشیدی در تاریخ و ساعت مشخص یا در لحظهٔ معینی در ابر ماژلان رخ داده است، آیا اطلاعات این حادثه دقیقا در همان زمان در نقطهٔ دیگری از فضا، مثلا روی زمین موجود است؟ نیست.

بیاییم در مورد سریع‌ترین محمل اطلاعاتی سخن بگوییم. در مورد نور. روزگاری بود که انتشار نور در فضا «آنی» تصور می‌شد یا به‌عبارت دیگر با سرعت بی‌نهایت. در آن صورت پذیرفته می‌شد که اطلاعات همزمان، در دو نقطهٔ A و B موجود است. البته این مساله همواره این طور تصور نشده است

و گالیله با شیوهٔ خاصی که برای اندازه‌گیری سرعت نور برگزیده بود نشان داد که سرعت نور را به‌مراتب کم‌تراز آن‌چه هست تصور می‌کرده است.

نور با سرعت خارق‌العاده‌ای حرکت می‌کند ولی در هر صورت برای طی هـر سیصدهزار کیلومتر از فضا به‌یک ثانیه از زمـان احـتیاج دارد. وقـتی انـفجار خورشیدی در کهکشانی که از ما ۱۷۰ هزار سال نوری فاصله دارد رخ می‌دهد در واقع ۱۷۰ هزار سال طول می‌کشد تا اطلاعاتش به ما برسد. یعنی هم‌اکنون که ما با تلسکوپ مشغول دیدن انفجار هستیم و انفجار دقیقا جلو چشمان ما رخ می‌دهد ما به حادثه‌ای مربوط به ۱۷۰ هزار سال پیش خود می‌نگریم.

ما عادت کرده‌ایم آن‌چه را هم‌اکنون با چشمان خود می‌بینیم مربوط به زمان حال بدانیم. این از روی کرهٔ زمین و در فواصل کوتاه مشکلی ایجاد نمی‌کند اما وقتی به پدیده‌های بزرگ می‌نگریم متوجه قضیه می‌شویم.

فرض کنیم هم‌اکنون منجمی روی سیاره‌ای که با ما ۵۰۰ سال نوری فاصله دارد نشسته است و با تـلسکوپی قـوی بـه مـا مـی‌نگرد. آن‌چـه او مـی‌بیند جنگ‌های صلیبی است. برای او ما در قرون وسطی و در حـال سـوزانـیدن جوردانو برونو در آتش مقدس هستیم. اما برای خودمان چه؟

اگر او برای جلوگیری از این جنایت فجیع گوشی تلفن را بردارد و به ما زنگ بزند زنگ تلفنش ۵۰۰ سال دیگر به صدا در می‌آید. آیا تلفن او با فایده است و ما در سال ۲۵۰۰ جوردانو را نخواهیم سوزاند؟

نتیجه این که برای محاسبهٔ ناهمزمانی A و B باید فاصلهٔ مکانی دو نقطه را در اختیار داشت. یعنی زمان مطلق وجود ندارد.

فرض کنیم که در جهان فقط حادثهٔ A و ناظر B و فاصلهٔ بین آن دو و نور و یک ساعت وجود دارد. حادثهٔ A در ساعت ۳ رخ می‌دهد و خبر آن در ساعت ۴ به B می‌رسد، تکلیف ساعت‌های ۳/۱۰ و ۳/۵۰ و سایر زمان‌های مابین چیست؟

در این ساعات اطلاعات به‌سوی B در حرکت است اما هنوز به او نـرسیده.

بسیار اهمیت دارد که همین‌جا دریابیم که در این ساعات بینابینی B هنوز از وقوع حادثه در A خبر ندارد زیرا هنوز اطلاعات حادثه به او نرسیده است.
البته «ما» از وقوع حادثه خبر داریم اما ما داخل سیستم نیستیم و فقط داریم به عنوان ناظر نهائی سیستم را از بالا یا از بیرون می‌نگریم.
درباره ساعت سه و نیم چه بگوییم؟ در داخل سیستم آیا حادثه‌ای رخ داده است یا نه؟ اگر بگوییم رخ داده است، خود را به‌عنوان ناظر وارد سیستم بسته کرده‌ایم که این خلاف فرض اولیهٔ آزمایش است و اگر بگوییم رخ نداده است باز هم خلاف فرض است.
طبیعی است که این مساله درمورد ساعت‌های قبل از ۳ و بعد از ۴ تبدیل به‌ماجرای زندگی روزمره می‌شود. در ساعت قبل از ۳ هیچ حادثه‌ای رخ نداده است. لحظه‌ای بعد از ساعت ۴ ناظر B می‌داند که یک ساعت قبل در فلان فاصله فلان حادثه رخ داده است، ولی در ساعت سه و نیم به‌تناقضی می‌رسیم که نمی‌توانیم از آن خارج شویم.
در پیش‌فرض‌هامان چیست که چندان اطمینان‌بخش نیست؟ پیش‌فرضی که در این قسمت مساله نقش مهمی بازی می‌کند حرکت محمل اطلاعاتی در فضازمان است. به قلب مساله توجه کنیم. فرض کنیم در دو نقطهٔ A و B در فضا دو حادثه رخ می‌دهدو اطلاعات هر دو حادثه در تمام جهات منتشر می‌شود. حال دو ناظر C و D در نظر بگیریم. فاصلهٔ مکانی ناظر D با مکان رخداد هر دو حادثهٔ A و B مساوی است یعنی اگر از D خطوطی به A و B وصل کنیم DA=DB است. یعنی ناظر D بر رأس مثلث متساوی‌الساقین ABD قرار گرفته است. ناظر C جای دیگری قرار دارد و به عنوان مثال به مکان حادثهٔ B نزدیک‌تر است. اکنون با این اطلاعات اولیه به مطالعهٔ سیستم بپردازیم. اما این کار فقط زمانی ممکن است که گزارش‌های C یا D یا هر دو را در اختیار داشته باشیم.
۱ - اگر در گزارش ناظر C که به نقطهٔ B نزدیک‌تر است بخوانیم که حادثهٔ A

زودتر رخ داده است حکم می‌کنیم که حادثهٔ A زودتر رخ داده است.
۲ – اگر در گزارش ناظر C بخوانیم که دو حادثهٔ A و B همزمان رخ داده است بازهم حکم می‌کنیم که حادثهٔ A زودتر رخ داده است.
۳ – اگر در گزارش ناظر C بخوانیم که حادثهٔ B زودتر رخ داده است هیچ حکمی نمی‌توانیم بکنیم مگر آن که از هندسهٔ دقیق مساله و سرعت سیر محمل اطلاعاتی خبر داشته باشیم.
۴ – اگر در گزارش ناظر D که با هر دو حادثه متساوی‌الفاصله است بخوانیم که حادثهٔ A زودتر رخ داده همین حکم را می‌کنیم، اگر بخوانیم که حادثهٔ B زودتر رخ داده همین حکم را می‌کنیم، اگر بخوانیم که A و B همزمان رخ داده همین حکم را می‌کنیم. اطلاعات هندسهٔ مساله در این مورد کافی است.
به طور خلاصه به‌مجرد آن‌که اطلاع B به‌ناظر C رسید، برای او جهان تشکیل می‌شود از خود و حادثهٔ B و محمل اطلاعاتی مربوطه. برای او حادثهٔ A وجود خارجی ندارد، دقیقا در همین لحظه برای ناظر D واقع بر راس مثلث متساوی‌الساقین ABD جهان از دو حادثهٔ همزمان A و B تشکیل می‌شود. C و D از دو جهان متفاوت گفتگو خواهند کرد. همزمانی و ناهمزمانی نیز نسبی هستند.

در این مثال نکتهٔ جالب این‌جاست که ناظر اعلی با تمام حوادث متساوی‌الفاصله است و ما همیشه تمایل داریم نقش او را بازی کنیم. نکته‌ای که حائز کمال اهمیت است وجود خود ما به‌عنوان ناظر نهائی در سیستم مطالعاتی است که خلاف فرضیات است. چه در غیر این صورت اگرناظران C و D می‌خواستند با یکدیگر ارتباط تلفنی برقرار کنند، از آن‌جا که سرعت سیر امواج الکترومغناتیس نیز همان سرعت سیر نور است، قادر به‌برقراری تفاهم متقابل نمی‌بودند و تنها درصورتی قادر به‌درک سخن یکدیگر می‌شدند که زمان به اندازهٔ کافی می‌گذشت.
تازه تمامی این مثال زمانی معتبر است که کل دستگاه مطالعاتی ساکن باشد.

اگر A و B و C و D هر نوع حرکتی داشته باشند باید سرعت و جهت آن حرکت را وارد محاسبات کرد.

به‌این ترتیب می‌بینیم که چیزی به‌نام زمان، مستقل از فضا یا فضا مستقل از زمان وجود ندارد. این همان چیزی است که آن را «زمان‌مکان» یا «فضازمان» می‌نامیم. در واقع جهان ما یک ملغمهٔ «فضازمان» است. همان‌گونه که سربالایی پله با سرازیری آن ازدواجی ابدی کرده‌اند، زمان و فضا نیز درهم ادغام گشته‌اند.

چرا کشف و فهم مطلبی به این سادگی تا این حد طول کشیده است؟ آیانمی‌شد زودتر به‌آن دست یافت؟

اشکال اساسی درک مفاهیم نسبیت به‌آلودگی‌های ذهنی و جزمی مطالعه‌کننده برمی‌گردد. تا پیش از قرن بیستم و فرموله شدن دانش‌های نوین و تا قبل از کشف خطای تعمیم‌های نابه‌جا، بشر عادت کرده بود خواص خود را یا آن‌چه را خواص خود می‌پنداشت به‌همه چیز جهان تعمیم بدهد. این عادت هنوز در بسیاری موارد خودنمایی می‌کند.

آخر مگر نه عادت از عشق قوی‌تر است؟ روزگاری بشر خود را مرکز دنیا و برد مغز خود را، که به‌وجود آن وقوفی نیز نداشت شعاع دنیا، می‌پنداشت. در آن روزگار بشر «مطلق» بود و این خاصیت خود را به‌جهان بخشید. همین مانع دیدن واقعیات نسبی شد. به‌بیان دیگر مطلق‌گرایان به‌علت داشتن «عادت» نمی‌توانند جهان بسیار زیبای نسبی را ببینند.

آیا جرم هم مانند حرکت جزو خواص ذاتی جهان است؟

بیاییم سعی کنیم جهان خالی از جرم را تصور کنیم. اگر چنین جهانی بتواند وجود داشته باشد ما چه‌گونه می‌توانیم به‌وجود آن وقوف حاصل کرده، خواص آن را شناخته و احیانا در کوچه باغ‌های آن پرسه زنیم؟!

طبق معمول برای این کار حداقل به‌دو عامل احتیاج داریم:

۱ – محمل اطلاعاتی

۲ – ناظر

مطالعهٔ وضع ناظر مساله را روشن می‌کند. اگر ناظر خارج از جهان قرار گیرد با تعریف جهان به‌عنوان «دربرگیرنده» در تناقض قرار می‌گیرد و اگر در داخل جهان قرار گیرد، جهان خالی نیست.

به راستی ما چه‌گونه به‌جهان خالی خواهیم اندیشید در حالی که خود ما، به‌عنوان اندیشنده یا ناظر در جهان حضور داریم؟

این تناقض نشان می‌دهد که تصور جهان خالی محال و جرم نیز از خواص حتمی و ذاتی جهان است. بدون جرم، حرکت نیست و بدون حرکت حادثه نیست. بدون حادثه، مکان یا فضانیست. بدون فضا، زمان و بالاخره اطلاعات وجود نخواهد داشت. جهان همواره پر بوده است و به‌سهولت می‌توان نشان داد که امکان تخلیه به‌عدم نیز وجود ندارد و جهان همواره پر خواهد ماند.

از آن‌جا که جهان فعلی پر است، برای داشتن جهان خالی باید بتوان جهان کنونی را به‌عدم تخلیه کرد. برای این کار به‌مکانیزم یا ماشینی نیاز است که بتواند جهان را از کار انداخته، خرد کرده و «نابود» سازد! در این تحول، زمانی خواهد رسید که «ماشین نابودکننده» باید شروع به‌تخریب خود کرده و خود را به‌دیار عدم بفرستد. در تحول «خودنابودی» ماشین از کار می‌افتد و بقیهٔ آن در جهان باقی خواهد ماند. تحصیل جهان خالی نیز محال است.

جهان خالی وجود ندارد و نمی‌تواند وجود داشته باشد، عدم ممکن نیست همان‌گونه که سکون هم ممکن نیست. جهان مملو از فضازمان است و جز آن نمی‌تواند که باشد. جرم، فضا، زمان، حادثه، اطلاعات، محمل اطلاعاتی، ناظر و... از خواص حتمی جهان هستند و نمی‌شود پاک‌کن برداشت و هیچ‌یک از آن‌ها را حذف کرد. به‌این ترتیب می‌توان گفت که فضا و زمان و انرژی و ماده و اطلاعات، هیچ کدام به‌تنهایی وجود ندارد، ملغمه‌ای از آن‌ها وجود دارد که سراسر جهان را پر کرده و این ملغمه در هر منطقه یک «صورت غالب» دارد. تمامی این تفکرات با نام نسبیت خاص فرموله شده است. البته به‌ضرورت

ساده کردن مطلب، ترتیب تاریخی این کشفیات در این‌جا رعایت نشده است. خم شدن فضای اینشتین چندان عجیب نیست. روی نوار موبیوس در سفر بی‌نهایت، به نقطه شروع می‌رسیم.

نسبیت عام

جاذبه در نظریهٔ نسبیت عام مورد گفتگو قرار گرفته. فرض کنیم ناظری در یک محفظهٔ سربسته در یک ترن قرار دارد. این محفظه به‌صورتی است که هیچ‌گونه صدا یا نور به‌آن داخل نمی‌شود. بنابراین ناظر قادر به‌دیدن خارج از محفظه نیست. حال فرض کنیم که این ترن با سرعت یکنواخت روی مسیر مستقیم در حال حرکت است و این حرکت در مسیری که از نظر تغییرات رادیواکتیویته یکسان است انجام می‌گیرد.

در این وضعیت ناظر چه‌گونه قادر به تشخیص حرکت خود می‌شود؟ این ناظر قادر به‌تشخیص حرکت خود نیست. از چهار شکل نیروهای الکترومغناتیس، هسته‌ای، جاذبه و رادیواکتیو، ما راه ورود اطلاعات هسته‌ای و الکترومغناتیسی را بر او بسته‌ایم، در ضمن تغییرات رادیواکتیو نیز انجام نمی‌گیرد، اگرچه ما هیچ‌گونه راه ورود اطلاعات جاذبه‌ای را بر او نبسته‌ایم، با این وصف ناظر از حرکت خود بی‌اطلاع می‌ماند.

البته برای دقیق‌تر کردن آزمایش شاید لازم بشود هوای داخل ترن را تخلیه کرده در حد نهایی ناظر را در فضای بین کهکشان‌ها سوار چنین ترنی کنیم. در هر حال ناظر در نهایت نبوغش و با داشتن کلیهٔ دستگاه‌های علمی ممکن از حرکت خود بی‌اطلاع می‌ماند. او هیچ راهی برای درک این حرکت ندارد. حرکت یکنواخت در شرایط ناظر تغییری ایجاد نمی‌کند. کمیت جاذبه مهم نیست تغییراتش مهم است.

حال فرض کنیم که ترن شروع به‌حرکت جانبی عجیبی، مثلا حرکتی در جهت «چرخ‌ها به‌سوی سقف» کند و این حرکت متشابه‌التغیر تندشونده با شتاب

۹/۸۱ متر بر مجذور ثانیه باشد، یعنی به‌سرعت آن در هر ثانیه ۹/۸۱ متر بر ثانیه اضافه گردد. چه اتفاقی می‌افتد؟

نخست ناظر به‌کف ترن می‌افتد. سپس می‌تواند روی پای خود ایستاده وزن خود را احساس کند. دقیقا به‌همان صورتی که روی زمین احساس می‌کرد.

ناظر از کجا می‌تواند بداند که داخل ترن متحرک است یا روی سطح زمین قرار گرفته؟

متاسفانه راهی برای این کشف در اختیار ناظر نابغه وجود ندارد. عملکرد نیروی جاذبه با عملکرد حرکات شتاب‌دار یکسان است و این به‌اصل هم‌ارزی معروف شده است. در این‌جاست که اینشتین در نهایت سادگی، قدرت و معصومیت پیش‌نهاد می‌کند که در دنیا چیزی به‌نام جاذبه وجود ندارد. ترازو لازم نیست.

این حرف که کفر محض بود، سیل را به‌سوی لانهٔ مورچگان نیوتنی سرازیر کرد و باعث مقاومت‌های بسیار شد. حرف‌های دیگر را شاید می‌شد به‌نوعی تحمل کرد، ولی نبودن جاذبه؟ این دیگر محال است.

حرف اینشتین اما، چندان هم محال نبود. او ساختمان دیگری را به‌جای ساختمان جاذبه‌ای نیوتنی ارائه کرد که به‌مراتب بهتر از آن قادر به‌توضیح پدیده‌های طبیعی می‌گردد.

حرکاتی که ما به‌نام حرکات جاذبه‌ای می‌شناسیم در واقع حرکات سرسره‌ای هستند که به‌خاصیت هندسی ـ فیزیکی زمان‌مکان بستگی دارند.

در مواقعی که بخواهند میوهٔ توت را از درخت جدا کنند معمولاچند نفر یک چادرشب بزرگ را زیر درخت گرفته و از هر سو می‌کشند تا سطحی وسیع و صاف ایجاد کنند. یک نفر شاخه‌ای را که توت روی آن است و پارچه زیر آن گرفته شده می‌تکاند. اگر در نظر بگیریم که این تکانیدن خفیف است و با سرعت کم انجام می‌شود، در اولین مرحله، جرم‌های کوچک توت در تمام سطح پارچه به‌طور یکسان پخش می‌گردند. اگر در همین حالت از زیر پارچه

به‌آن نگاه کنیم دیگر از یک سطح صاف خبری نیست بل‌که فضا آبله‌رو یـا Lumpy شده است.

به‌تدریج که تکـاندن درخت ادامـه پـیدا مـی‌کند، دانـه‌های تـوت بـه‌یکدیگر نزدیک‌تر شده تا جایی که در وسط پارچه یک وزنهٔ سنگین شامل تعداد زیادی توت ایجاد می‌گردد. در این حالت هرچه بیش‌تر توت بتکانیم توت‌ها در سایر نقاط پارچه توقف نکرده به‌سوی جرم اصلی سرازیـر مـی‌شوند. هـرقدر جـرم اصلی بزرگ‌تر گردد، گودی اطرافش بیش‌تر شده سرسره‌ای که در اطراف آن ایجاد شده بیش‌تر می‌شود. در چنین حالتی سرعت سر خوردن دانه‌های توت نیز بیش‌تر می‌شود. اگر «فضا ـ زمان» را چادرشب و جرم را دانه‌های توت در نظر بگیریم، هر جرمی فضای اطراف خود را گود می‌کند. مقدار گودی متناسب با مقدار جرم است. به‌این ترتیب نزدیک شدن اجرام به‌یکدیگر به‌هیچ عنوان مربوط به‌نیرویی مرموز نبوده بل‌که از نوع سر خوردن هندسی است.

این فقط تئوری یا آزمایش ذهنی نیست. صحت این سخن نـه تـنها بـارها به‌اثبات رسیده که میوه‌های با ارزشی نیز به‌بار آورده است، فی‌المثل درمورد مسالهٔ محاسبهٔ مدار سیارهٔ عطارد.

از سال‌ها قبل حرکت مرموز عطارد منجمان را آزار می‌داد زیرا نمی‌شد حساب کرد که چرا عطارد روی مدار ثابت نمی‌چرخد. قانون نیوتن ـ لاپـلاس قـادر به‌توضیح چنین پدیده‌ای نبود. با کمک نسبیت و در مدت کوتاهی این حرکت مـحاسبه شـد و مـعلوم گـردید کـه عـطارد در هـر لحـظه هـمان‌جاست کـه محاسبه‌شده است.

نکتهٔ دیگر به‌شیوهٔ حرکت نور مربوط می‌شود که برای قرن‌های متمادی فکر بشر را به‌خود مشغول داشته در نهایت همگان پذیرفته بودند که نور بـه‌خط مستقیم طی طریق می‌کند. از نظر اینشتین اما، حرکت مستقیم‌الخط نور، در زمان‌مکان آبله‌رو، با عقل سلیم نمی‌خواند.

درست مثل این‌که اتومبیلی را در نظر بگیریم که در جاده‌های سنگلاخ و پر از

دست‌انداز و در کوهستان‌ها و دره‌ها، مستقل از محمل اصلی‌اش که جاده باشد به‌خط مستقیم برود. قاعدتا نور نیز بایستی تحت تاثیر دست‌اندازها و سرسره‌های ایجاد شده از جرم قرار گیرد.

به‌مثال پارچه و توت بازگردیم و فرض کنیم که یک تیلهٔ بسیار سبک روی این پارچه قرار داده و آن را حرکت بدهیم. اگر تیله به‌حد کافی از جرم دور باشد مسیری نسبتا مستقیم را طی خواهد کرد، ولی اگر مسیر آن در نزدیکی جرم قرار گیرد، قاعدتا باید انحرافی نشان دهد.

این مساله که بیش‌تر به‌خیال‌پردازی شباهت داشت چنان درذهن اینشتین به‌واقعیات بدل گردید که به تردید و انتقاد اطرافیان به‌هیچ عنوان وقعی ننهاد و به‌مرحلهٔ بعدی کار خود مشغول گردید. برای او، مساله تمام شده بود. به‌همین جهت وقتی که منجمین عملی، مدت‌ها بعد، در کسوف کاملی سخن اینشتین را تجربه کرده در کمال تعجب صحت سخن او را دریافتند و به‌سویش دویدند تا خبر موفقیت نظریه‌اش را به‌او بدهند، اینشتین به‌سادگی گفت: من می‌دانستم و احتیاج به‌دلیل نداشتم، دلیل را به‌کسانی ارائه کنید که نیازمند آنند.

موضوع انحراف نور به‌سادگی از این قرار است که اگر نور در مجاورت جرم منحرف می‌شود، باید نور ستارگان دوردست که به‌غلط به‌ثوابت معروفند، هنگام گذشتن از کنار خورشید منحرف شوند، که در این صورت ستاره تغییر مکان مجازی (قابل اندازه‌گیری) خواهد داد. حتا اگر چنین هم باشد، درخشش شدید خورشید مانع رویت و اندازه‌گیری پدیده می‌گردد. اما در یک خورشیدگرفتگی کامل، انحراف نور ستارهٔ پشت خورشید قابل اندازه‌گیری است.

انحراف نور در مجاورت جرم مسالهٔ مهم دیگری را پیش می‌کشد. می‌دانیم که نور یک موج الکترومغناتیس است و بیش‌تر خواص آن چیزی را دارد که ما به‌آن انرژی می‌گوییم. اگر نور و انرژی در بازی سرسره شرکت می‌کنند در واقع

باید انرژی و ماده از یک خمیرمایه باشند.

اینشتین در سال ۱۹۰۵ ندا در داده بود که جرم و انرژی نیز هر دو از یک خمیرمایه‌اند و قابل تبدیل به‌یکدیگر. او تنها به‌این بسنده نکرد و ارتباطی نیز برای این تبادل به‌دست داد که مشهورترین رابطهٔ فیزیک-ریاضی است و اینشتین شهرت غلط خود را به‌عنوان پدر بمب اتمی از آن‌جا آورده است.

مسالهٔ دیگر وابستگی زمان با سرعت و جرم است. فرض کنیم که ناظر الف با یک ساعت و یک خط کش و ناظر ب با یک ساعت و یک خط کش دیگر، ساعت‌شان را میزان کرده و خط کش‌هاشان را دقیقا اندازه گرفته ببینند که همهٔ شرایط‌شان یکسان است. (می‌دانیم که شرط چنین چیزی سکون نسبی این دو ناظر بوده و حالت ایده‌آل آن است که دو ناظر بر هم منطبق باشند). حال فرض کنیم که یکی از این دو ناظر مثلا الف به‌حرکت درآمده و سرعت خود را در هر لحظه افزایش دهد، ولی ناظر ب در جای خود (مثلا روی کرهٔ زمین) ساکن بماند.

هر اندازه که سرعت الف بیش‌تر می‌شود ناظر ب با ناراحتی شاهد کوچک‌تر شدن خط‌کش ناظر الف و کند شدن ساعت او می‌شود. این کوچک شدن خط‌کش و کند شدن ساعت با سریع‌تر شدن سرعت مسافرت تندتر می‌شود. فرض کنیم سرعت مسافرت نزدیک به‌سرعت نور باشد. ناظر الف پس از یک «روز» به‌یاد می‌آورد که چیزی را روی زمین جا گذاشته است و به‌زمین بازمی‌گردد اما در کمال تعجب مشاهده می‌کند که در عرض این یک «روز» هزاران سال از عمر کرهٔ زمین گذشته هزاران سال است که ناظر ب از بین رفته است. در جهان فیزیک برای این حالت یک ضرب‌المثل به‌وجود آمده است: «ساعت‌های متحرک کندتر حرکت می‌کنند».

کند شدن ساعت‌های متحرک و تند شدن ساعت‌های دورتر از میدان‌های جاذبه، خیال‌بافی نبوده در پژوهش‌های تجربی به‌اثبات رسیده است. آزمایش‌های کندی و تندی زمان با استفاده از ساعت‌های اتمی انجام

می‌گیرد.
برای بررسی وضع حرکت ساعت‌ها در میدان‌های گرانشی و تحت تاثیر شتاب حرکت از ساعت‌های اتمی استفاده می‌شود. ساعت اتمی بر پایهٔ حرکت اتمی مولکول‌ها کار می‌کند، به‌عنوان مثال در مولکول آمونیاک یا NH3 اتم ازت در وسط سه اتم هیدروژن یک نوسان دائمی دارد. در دنیای میکروسکپی، نوسانات اتم‌ها دارای منظم‌ترین حرکات هستند به‌این جهت می‌توان از آن‌ها برای ساختن ساعت‌های دقیق استفاده کرد.

استفاده از ساعت‌های اتمی در آزمایشگاه‌های فیزیک و نجوم سراسر دنیا متداول است. مثلا یک ساعت اتمی در واشنگتن قرار دارد که به‌عنوان «مادرساعت» کار کلیهٔ ساعت‌های آمریکا را کنترل می‌کند.

در یک آزمایش که با دو ساعت اتمی انجام شده است، یک ساعت را روی زمین و ساعت دیگر را داخل هواپیمایی که با سرعت کم فقط یک بار اوج گرفته، از زمین دور شده سپس به‌زمین نشسته، قرار داده‌اند. اندازه‌گیری زمان در روی دو ساعت کسر بسیار کوچکی از صدم ثانیه (ولی هنوز به‌قدر کافی بزرگ و قابل اندازه‌گیری) تفاوت بین زمان اندازه‌گرفته شدهٔ دو ساعت مسافر و ساکن را نشان داده است.

جالب این‌جاست که مقدار اختلاف دقیقا معادل همان مقداری است که با نظریهٔ نسبیت محاسبه‌شده بود. شبیه به‌این که در میدان جاذبه، یک نیروی چسبنده، عقربه‌های ساعت را چسبیده مانع حرکت آن‌ها می‌شود.

در آزمایش دوم یک ساعت اتمی را سوار جمبوجت کرده و دور دنیا پرواز دادند. با محاسبهٔ کلیهٔ زمان‌های جلوافتادگی به‌خاطر دوری از جاذبه و عقب‌افتادگی به‌خاطر حرکت، مقدار اختلاف زمان اندازه‌گیری شده توسط این ساعت با ساعتی که در نیویورک روی زمین قرار داشت دقیقا همان مقدار بود که با تئوری نسبیت محاسبه گردیده بود.

تغییرات زمان در اثر سرعت و شتاب، همچنین کند شدن زمان در نزدیکی

اجرام سنگین، در مجاورت حفره‌های سیاه حالتی مبالغه‌آمیز پیدا می‌کند. به‌طور کلی امروزه مشخص شده است که گذر زمان به‌صورت خطی و با قدم‌های مساوی نبوده و زمان در مجاورت «حوادث» رفتاری غیرخطی از خود نشان می‌دهد.

به‌عنوان مثال اگر برای زمان وزن قائل شده نسبت به‌وقوع حوادث آن را بسنجیم، در حوالی بزرگ‌ترین حادثهٔ همهٔ قرون و اعصار، انفجار بزرگ، غیرخطی بودن آن به‌خوبی مشهود است.

این تفکرات که به‌نام نسبیت فرموله شده است، تمامی برداشت‌های ما را از جهان تغییر می‌دهد. از یک طرف فضا و زمان به‌تنهایی وجود ندارند و به‌جای آن یک «فضازمان» مشترک موجود است، از یک سو «فضازمان» و جرم با یکدیگر پیوستگی دارند و از سوی دیگر جرم و انرژی. سرسره‌های این جهان جای جاذبهٔ بین اجرام را گرفته‌اند. از همه عجیب‌تر، پیر زمانه است که در کنار حوادث آهنگ گام‌های خود را تغییر می‌دهد. تو گویی می‌خواهد به‌آهستگی سرک کشیده از «ماجرا» سر درآورد. یا به «ماجرا» اجازه دهد، هر اندازه «زمان» که لازم دارد بگیرد.

یک چنین ملغمه‌ای نو تر از آن است که بتوان با فیزیک سنتی قادر به‌درک آن بود و تفکرات سنتی سه بعدی ما پشت دروازه‌های (باز) چنین جهانی باقی می‌مانند.

از آن‌جا که هیچ پدیده‌ای در جهان، اعتباری مستقل از محمل اطلاعاتی و ناظر ندارد، هر حکمی در هر دستگاهی باید همراه با «اطلاعات» مربوط به‌ابزارهای اندازه‌گیری و «معیارهای» این اندازه‌گیری باشد.

به ملغمهٔ جرم، انرژی، زمان، مکان و اطلاعات فکر کنیم. وقتی به «حادثه» و «اطلاعات» و «ناظر» می‌اندیشیم به نظر می‌رسد مسالهٔ اصلی «ناظر» است که شاید اصلی‌ترین دروازهٔ ورودی این ملغمه باشد.

بحث «زمان» تا وقتی آن را یک کمیت فیزیک ندانیم، بی پایان و بی نتیجه

است. گفته‌اند: تا از من نپرسیده‌اند زمان چیست؟ زمان را به خوبی می‌شناسم اما وقتی می‌پرسند چیزی برای گفتن ندارم.

زمان کمیتی فیزیکی است و در ارتباط با سایر کمیات دستگاه MKS یا متر کیلوگرم ثانیه تعریف می‌شود. زمان یعنی حاصل تقسیم مسافت طی شده توسط متحرک بر سرعت آن. اما وقتی از فیلسوف (و نه فیزیکدان) می‌خواهند زمان را تعریف کند توقع و پیش فرض سوآل این است که زمان، مستقل از سایر کمیات و پدیده‌ها تعریف شود که این نشدنی است یا در اصطلاح خود فلاسفه «مالایطاق» است.

بعضی فلاسفه گفته‌اند زمان وجود ندارد برخی نیز زمان را امری موهوم دانسته‌اند در حالی که نزد فیزیکدان زمان وجود دارد. توقع عامه این است که بتوان زمان را به سادگی تعریف کرد و حرکت عقربه ساعت برای آنان کفایت نمی‌کند در این صورت می‌توان از آنان پرسید اکنون که مشخص شده جهان ما برای سازگاری و پایداری دارای ۱۳ بُعد است، شما از بُعد پنجم و ششم...تا سیزدهم چه می‌دانید؟ مسلم است که هیچ نمی‌دانند زیرا این ابعاد اگر چه کمیات فیزیکی اند اما فقط در میدان فیزیک تئوری با کمک ریاضیات پیشرفته تعریف می‌شوند. راست بدانگونه که زمان را به صورت حاصل تقسیم مسافت بر سرعت تعریف می‌کنیم.

در حال حاضر، ناظر، انسان است. انسان یا هر آن‌چه می‌تواند او را نمایندگی کند و این دست‌آورد فلسفه است.

دوستان فضایی

یکی از شورانگیزترین مطالعات کنونی کارگزاران ساختمان جهانی دانش، مطالعهٔ موجودات دیگر است. این مطالعه درحد فاصل علومی مثل هوش مصنوعی، زبان‌شناسی و سایر علوم مربوطه انجام می‌شود. شیوهٔ فوق‌العاده جالب توجهی که در این علوم مورد استفاده قرار می‌گیرد ارتباط و سخن‌گویی

با رده‌های پایین‌تر، با دلفین‌ها و موش‌هاست.

البته ما تاکنون با موجودات دیگر برخورد نداشته‌ایم اما تا آن‌جا که عدم‌قطعیت اجازهٔ اظهار نظر قاطعانه می‌دهد بگوئیم که ما در آینده بـا مـوجودات دیگـر برخورد خواهیم کرد. از هم اکنون عدهٔ زیادی خود را برای این برخورد احتمالی آماده می‌کنند تا در صورت بروز غافل‌گیر نشوند.

اندیشیدن دربارهٔ موجودات دیگر و شناسایی پیش از موقع آنان تبدیل به‌یکی از مهم‌ترین ورزش‌های فکری شده است. به علت وسعت مطالعاتی که در این زمینه انجام گردیده، حتا فهرست‌وار نیز نمی‌توان به‌طبقه‌بندی موجودات دیگر پرداخت.

در مطالعهٔ نظری موجودات دیگر مقدمتا بگوئیم که تا کنون با نقطهٔ فیزیکی و هندسی آشنا شده‌ایم. نقطهٔ فیزیکی کره‌ای است، به‌قطر یک کوانتوم محیط فیزیکی. اکنون یکی از آزمایش‌های ذهنی دربارهٔ بعضی از این موجودات را ارائه کنیم. موجود یک بعدی ناظری‌است که خود دارای ابعاد یک خط فیزیکی باشد، شبیه به‌مار. چنین موجودی جز در امتداد بدن خود قادر به‌حرکت نیست و نمی‌تواند زاویهٔ سر و بدن خود را تغییر دهد.

چنین موجودی، اگر دارای بدنی به‌طول دو نقطهٔ فیزیکی باشد همواره به‌خط مستقیم فیزیکی حرکت می‌کند. اگر دارای طولی بیش از دو نقطهٔ فیزیکی و مستقیم باشد باز هم مستقیم حرکت خواهد کرد. اگر بدن او دارای خمیدگی باشد همواره حرکتش در جهت خمیدگی بدنش خواهد بود. در ایـن صـورت سرزمینی که موجود یک بعدی روی آن راه می‌رود چه‌گونه باید باشد؟

در دو صورت اول، فضای او یک خط مستقیم فیزیکی و در صورت آخر جهان او یک خط فیزیکی دارای خمیدگی بدن او است. انتهای جهان او کجاست؟

هرجا که خمیدگی جهان یک بعدی با خمیدگی بدنش تفاوت کند پایان جهان خواهد بود. آیا این مار می‌تواند به‌وجود ابعاد دیگری از جهان زیر پای خود پی ببرد؟

بله، در یکی از دو صورت ممکن است. صورت اول این‌که به‌راه خود ادامه داده تا به‌انتهای جهان برسد، که در این صورت خواهد اندیشید که داشتن فقط یک بعد دیگر او را قادر به گذشتن از این دیوار می‌کرد. حالت دوم این‌که اگر در مسیر خود به‌یکی از نقاطی که قبلا از آن‌جا گذشته برسد که در این صورت خواهد فهمید که روی یک سطح حرکت می‌کرده است.

اکنون به بررسی وضع موجود دوبعدی بپردازیم. موجود دوبعدی آمیبی است که ضخامت آن یک نقطه فیزیکی باشد. این آمیب به‌راحتی از وجود جهان یک بعدی باخبر است و دلش به‌حال آن مار می‌سوزد. او با جهان دوبعدی نیز آشناست، زیرا بهترین آزمایشگاه یعنی خویشتن را دراختیار دارد. جهان او چیست؟

جهان یا محمل وجود او یک سطح دوبعدی است که دقیقا دارای خمیدگی بدن او باشد. در این‌جا نکتهٔ بسیار مهمی قابل توجه است. به‌این ترتیب که کلمهٔ دقیقا به‌کار برده شده در جملهٔ تو دارای اختلاف یک کوانتوم از فضازمان جهان مربوطه است. اگر آمیب ما از کوانتوم مکانیک اطلاع داشته باشد، بلافاصله می‌تواند از وجود بعد سوم مطلع گردد. این حرف در مورد مار یک بعدی مثال قبل نیز صادق است.

فرض کنیم که آمیب از کوانتوم مکانیک اطلاعی ندارد، در این صورت چه‌گونه به‌انتهای جهان خود می‌رسد؟ اصولا انتهای جهان او کجاست؟ انتهای جهان او جایی است که خمیدگی آن جهان با خمیدگی بدن آمیب بیش از یک کوانتوم فرق داشته باشد. نزد او، کشف ابعاد دیگر به‌ویژه بعد سوم مجددا با رسیدن به‌دیوار یا رسیدن به‌نقطهٔ شروع حرکت انجام خواهد شد.

آمیب شجاع ما که با دیدن موجود یک بعدی و انتهای تراژیک جهان او و از انتهای جهان خود مطلع می‌شود در نهایت شجاعت کتابی منتشر می‌کند و در آن از جهان سه بعدی و موجودات سه بعدی صحبت می‌کند.

اگرچه این آمیب شجاع توسط بت‌پرستان جهان آمیب‌ها معدوم می‌گردد ولی

واقعیت جهان سه بعدی کـه سـایر آمـیب‌ها بـه‌پرستش آن مشـغولند بـاقی می‌ماند. جالب توجه است که اگر محیط زیست موجود دوبعدی، نوار موبیوس باشد برای او تشخیص ساختار فضا و خمیدگی خاص آن بـه‌سهولت انـجام نخواهد پذیرفت.

موجود سه بعدی موجودی است که بدن او را یک حجم فیزیکی سه بـعدی تشکیل داده باشد. من میل ندارم از بشر، به‌عنوان موجود سه بعدی نام ببرم همان گونه که آمیب شجاع نیز با درک جهان سه بعدی، دیگر موجودی دو بعدی نیست و دو بعدی خواندن او بی‌احترامی به‌جهان علوم خواهد بود.

البته توجه داریم که این آزمایش ذهنی است وگرنه تمام موجودات زنده لااقل چهار بعدی هستند. هر بعدی از جهان کشف شود موجود زنده دارای آن بعد نیز خواهد بود.

موجود سه بعدی بلافاصله از وجود آمیب مطلع شده و میکروسکپ خـود را برای مطالعهٔ احوال او، روی او متمرکز می‌کند. پس از شناخت نسبتا کاملی که از آمیب پیدا کرد، به‌خود خواهد گفت که اگر یک موجود دوبعدی وجود دارد پس چرا یک موجود یک بعدی وجود نداشته باشد؟ او همچنین خواهد گفت پس چرا هرچه نگاه می‌کنم او را نمی‌بینم؟

در این‌جاست که شروع به‌ساختن میکروسکپ‌های قوی و قـوی‌تر کـرده تـا جایی که موجود یک بعدی را نیز کشف می‌کند. ایـن کشـف تـجربی کـه بـا پیش‌گویی فلسفی‌اش جور آمده است او را به‌وجد آورده سریعا به‌مطالعهٔ وضع خود برای شناخت محیط اطراف می‌پردازد.

محمل موجود سه بعدی جهانی سه بعدی است که انحنای آن دقیقا (با توجه به اختلاف و تقریب کوانتومی) با انحنای بدن موجود سه بعدی منطبق است.

انتهای جهان موجود سه بعدی کجاست؟

درست آن‌جا که خمیدگی این جهان بیش از یک کوانتوم با خمیدگی موجود سه بعدی متفاوت باشد.

به‌جز شیوهٔ استقراء، کشف ابعاد بالاتر با کمک رسیدن به‌دیوار یا رجعت به‌نقطهٔ شروع حرکت انجام می‌شود. در این‌جاست که سه بعدی عزیز ما که از داستان خلقت خود مطلع شده، کتاب خود را چاپ کرده در آن از جهان چهاربعدی و موجودات چهاربعدی سخن خواهد گفت که البته سرنوشتی بهتر از اعدام در انتظارش نخواهد بود زیرا همگی به‌پرستش این جهان چهار بعدی، یعنی جهان ممتد و در برگیرندهٔ زمان، جهانِ دائمیِ سازندهٔ همه‌چیز، قادر بزرگ و نهایی، مشغول هستند. در این‌جا بی ضرر نیست که توضیح دهیم تمامی بت‌های مذاهب بالنسبه جدید نشانه‌هایی از جهان چهار بعدی دارند.

رسیدن به‌لبهٔ جهان سه بعدی هنوز هم از طرف عده‌ای از اساتید بزرگ مورد بررسی است. بازگشت نور به‌نقطهٔ شروع حرکت با استادی تمام توسط اینشتین مطرح شده است.

از آن‌جا که موجود سه بعدی زائیدهٔ جهان سه بعدی است، منطقی است بپذیریم دارای خمیدگی همان جهان است. یعنی این‌بار این جهان است که خمیدگی خود را به‌موجودات تقدیم می‌دارد. به‌این ترتیب حرف اینشتین درست در می‌آید.

ما به‌دیوار نمی‌رسیم بل‌که به‌نقطهٔ شروع بازخواهیم گشت. آمیب نیز به‌دیوار نرسیده بل‌که به‌نقطهٔ شروع می‌رسد و همین‌طور مار یک بعدی.

اگر این‌طور است آیا شایسته است که مطالعهٔ مطلب را همین‌جا رها کنیم؟

حال که از وجود جهان چهار بعدی مطلع شده‌ایم، زنجیرهٔ مار، آمیب و سه بعدی را در این‌جا قطع کنیم؟

حال که جهان چهار بعدی را کشف کرده‌ایم آیا نمی‌توانیم از موجودات چهار بعدی سخن بگوییم؟

به‌مار شجاع و زیبای خود بازگردیم، او به‌نقطهٔ رجعت خود رسید و از بعد دوم مطلع شد. آیا لزومی به یک‌چنین راه‌پیمایی بزرگ بود؟ آیا نمی‌توانست از اول موجودات دو بعدی را ببیند؟

جواب سوآل اول مثبت و دوم منفی است. مار یک بعدی قدرت دیدن موجود دو بعدی را ندارد. این در تعریف وجودی‌اش نهفته است. آمیب دو بعدی نیز قدرت دیدن موجود سه بعدی را ندارد وگرنه دو بعدی نبود.

این دانش‌مندان شجاع، با نیروی نبوغ خود و با داشتن یک نشانهٔ به‌ظاهر سادهٔ «رجعت به‌اصل» که معنای عمیقی دارد قادر به‌تفکر دربارهٔ جهان‌های دیگر با ابعاد بالاتر گردیدند، ولی قادر به‌قدم گذاردن به‌جهان با بُعد بالاتر و آشنایی فیزیکی با موجودات آن جهان‌ها نیستند مگر این‌که بتوانند به‌ابعاد خود اضافه کنند.

اگر آمیب که از وجود جهان سه بعدی مطلع شده بود و خود و مار دلاور را نیز می‌شناخت وجود موجود سه بعدی را حدس نمی‌زد، دلیل بر کم‌بود نبوغ و کاستی نیروی تخیل، یا تسلیم شدن او به‌تعصباتش نبود؟

قاعدتا موجود سه بعدی که وجود جهان چهار بعدی را کشف کرده است با شیوه‌های منطقی، از موجودات چهار بعدی سخن خواهد گفت. هیچ بعید نیست که جهان چهار بعدی دارای موجودات چهار بعدی خود باشد. در واقع او خواهد گفت که اگر موجودات چهار بعدی وجود نداشته باشند از بد حادثه است.

آیا هر مرحله‌ای از زیست می‌تواند بداند که خواص زیست مرحلهٔ بالاتر چیست؟ یا کمیات فیزیکی برای او چه‌گونه تعریف می‌شود؟ یا چه‌گونه باید با او ارتباط برقرار کرد؟

آمیب‌ها نمی‌دانند در لحظه‌ای که به‌حل مسائل مذهبی، سیاسی و اقتصادی خود مشغولند و مثلا برای انتخاب رئیس جمهور آمیب‌ها در تکاپو هستند، هر آینه ممکن است لیوان قهوهٔ موجود سه بعدی از دستش لغزیده تمام جهان آنان را با یک اشتباه کن‌فیکون کند.

مکان زیست هر مرحله از این موجودات زیرمجموعه‌ای از مکان زیست موجود مافوق است. همان‌طور که در اتاق بازی سه بعدیان ارج‌مند، جهان‌های بی‌شمار دوبعدی، به‌زیست‌های نامحدود در زمان‌های خود مشغولند، می‌توان

تصور کرد که تمامی فضای ما، فقط گوشهٔ کوچکی از فضای موجودات مافوق است و ما در همین لحظهٔ حاضر، بین موجودات با ابعاد بالاتر نشسته‌ایم که شاید مشغول آتش‌بازی کودکانهٔ خود هستند و جهان ما بـا آن‌چـه در اوست روی یکی از جرقه‌های یکی از فش‌فشه‌های آتش‌بازی آنان قرار گرفته است. ما این را نمی‌دانیم و همان‌گونه که خود سعی نمی‌کنیم تا موجودات دو بعدی را بعد سوم بخشیده و با آنان دوست شویم، موجودات بالاتر از ما نیز سـعی نمی‌کنند که به‌ما، بعد بالاتر را بخشیده با ما دوست گـردند. آخـر چـه کسـی می‌خواهد با یک میکروب بت‌پرست رفاقت کند؟ تازه اگر بت او، بت ما بود اشکالی نداشت، بت آمیب، خود ما هستیم نه بت ما همان گونه که بت سه بعدی‌ها، خود موجودات چهار بعدی هستند نه بت‌های موجودات چهار بعدی.
آیا نمی‌توانیم راجع به‌خمیدگی فـضای چـهار بـعدی‌ها حـرف بـزنیم؟ و اگـر می‌توانیم آیا نمی‌توانیم راجع به‌چهار بعدی شجاعی که در حال حاضر ما را زیر میکروسکپ خود قرار داده مشغول نوشتن کتاب خود راجـع بـه‌پنج بـعدی‌ها است چیزی بگوییم؟ در مورد شش بعدی‌ها چه‌طور؟ مگر اعداد به‌پنج ختم می‌شوند؟ در مورد هفت بعدی‌ها چه‌طور؟
خبر جالب برای ما این است که توپولوژی عمومی برای برقراری اصل وحدت نیرو و تلفیق روابط ریاضی کوانتوم مکانیک و نسبیت، جهان را با یازده بعد در نظر می‌گیرد. آیا واقعا قضیه با جهان یازده بعدی خاتمه می‌یابد؟ آیا جهانی با ابعاد بیش‌تر در انتظار اکتشاف ما ننشسته است؟ و در این صورت آیا خود ما بدون این که بدانیم لااقل یازده بعدی نیستیم؟ دنیایی که بر روی جرقهٔ یکی از ابزارهای یکی از جشن‌های آتش‌بازی موجودات با ابعاد بالاتر ایجاد شده به‌راستی زیبا و با شکوه است. و چه تعجب می‌آورد هنگامی که بعضی کرم‌ها یا آمیب‌ها در جهان خود ادعای مالکیت قسمتی یا همهٔ جـهان را مـی‌کنند. فانتزی به کنار، آیا به واقع زیست در جای دیگری هم وجود دارد؟ دادن جواب قطعی از نوع آری یا خیر در حال حاضر نه تنها معقول نیست بل‌که نوعی خطر

کردن است. در واقع برای پاسخ به‌این سوآل باید شیر یا خط بازی کرد. با سکه‌ای که شیر ندارد نمی‌توان شیر یا خط بازی کرد. نام جدیدش را نمی‌دانم. منظور بررسی آماری و احتمالاتی از نوع شیر یا خط است.

وقتی سکه‌ای را به‌بالا پرتاب می‌کنیم ممکن است خط بنشیند. در پرتاب دوم هم ممکن است خط بنشیند، حتا ممکن است در پرتاب‌های سوم و چهارم هم خط بنشیند، اما وقتی پرتاب‌ها زیاد شد بالاخره سر و کلهٔ شیر پیدا می‌شود. طرفه این‌که اگر تعداد پرتاب‌ها زیاد بشود تعداد شیرها و خط ها تقریبا مساوی خواهد شد.

این همان است که به‌زبان ریاضی به‌آن احتمال پنجاه‌درصد می‌گویند. یعنی در هر پرتاب احتمال شیر پنجاه درصد است اما این احتمال می‌تواند در چندین پرتاب اولیه رخ ننماید.

اگر بخواهیم در یک و فقط یک پرتاب حتما تعدادی – تو بگو پنجاه درصد – «شیر» داشته باشیم باید چه کنیم؟

ما باید تعداد بسیار بسیار زیادی سکهٔ مشابه را به‌هوا پرتاب کنیم.

زیست ما بر مبنای قابلیت جذب و انتقال اطلاعات اتم کربن و حول یک ستارهٔ متوسط یعنی خورشید و در لبهٔ یک کهکشان معمولی یعنی راه شیری تشکیل شده است. صدها میلیون از این کهکشان‌های معمولی در سراسر فضا پراکنده‌اند که هر کدام از آن‌ها بیش از یک‌صد هزار میلیون ستاره یا خورشید دارند.

شیمی هیدروژن – کربن شبیه به‌آن‌چه این‌جا برقرار است در سراسر جهان کهکشانی دیده می‌شود. آری، تعداد سکه‌های مشابه‌بسیار بسیار زیاد است. اگر ما شیر هستیم و اگر زیست ما شیری است، چه‌گونه ممکن است تنها باشیم؟ برای بررسی تمدن‌های دیگری که به‌جهان‌های دیگر تعلق دارند پیش‌فرض‌هایی مورد قبول قرار گرفته. احتمال این که آنان از شیمی متشابه‌ما برخوردار نباشند بسیار کم است زیرا تا آن‌جا که تلسکوپ‌ها نشان می‌دهند

جهان مرئی از ترکیبات شیمیایی متشابهی ساخته شده است. پس منطقی است تصور کنیم آجرهای ساختمان زیست آن موجودات نیز اتم‌های متشابه هستند.

ممکن است در محیط آنان ترکیبات شیمیایی به‌صورت‌های دیگر باشد. به‌جای آب، آمونیوم مایع جریان داشته باشد و گاز اصلی تنفس به‌جای اکسیژن، ازت باشد، اما به‌احتمال قوی زیست آن‌جا هم بر مبنای شیمی اتمی مندلیفی استوار است.

با احتمال زیاد شیمی آلی زیستی آنان حول محور اتمی کربن بنا می‌شود زیرا قابلیت هدایت اطلاعات ملکول‌هایی که با کربن ساخته می‌شوند از تمامی ملکول‌های دیگر بیش‌تر است. در این‌صورت زیست در آن‌جا نیز برمبنای چهار عامل تنفس، حرکت، تولید مثل و مرگ تعریف خواهد شد و عوامل اساسی تصمیم گیرنده راجع به‌زیست شبیه به‌همین‌جا خواهد بود.

به‌طور کلی ما باید روشی بیابیم که بتوانیم تمدن‌ها را بسنجیم و باهم مقایسه کنیم. در روی کرهٔ زمین می‌توان عواملی مانند، مصرف صابون و مواد پاک کننده، مصرف کاغذ، تعداد تلفن همراه یا کامپیوتر شخصی، تعداد چاپخانه، میزان مصرف لوازم تحریر و امثال این‌ها را پایه‌ای برای مقایسهٔ تمدن‌ها قرار داد. آمارهای رسمی روی زمین در مورد مقایسهٔ تمدن‌های روی زمین گویای حقایق ملموس عینی است.

معدلی از مجموعه این عوامل را می‌توان با وجه رایج سنجید. از آن‌جا که تعریف پول را می‌توان بر مبنای نشانه‌ای از مقدار «انرژی که سبب جابه‌جایی مصنوعی اجسام می‌شود» قرار داد، می‌توان مقایسهٔ تمدن‌ها را برمبنای مقدار انرژی آن تمدن‌ها گذاشت. گفتنی است این انرژی‌ها اگر در اعماق خاک و به‌صورت غیرقابل استفاده باشد نباید آن‌را در پارامترهای تمدن محسوب کرد. پس یک عامل مقدار انرژی و عامل دیگر دانش به‌دست آوردن این انرژی است.

انرژی تولید شده روی زمین عمدتا برای سیراب کردن عطش غول‌های بزرگ مصرف می‌شود. عظیم‌ترین غول گرسنه انرژی، «مسابقهٔ تسلیحاتی» است اما به‌جز آن «ارتباطات» نیز از زمرهٔ گرسنه‌ترین غول‌هاست.

استفاده از انرژی برای بررسی تمدن‌های مختلف فضایی دقیقا کاری است که تاکنون انجام شده است. در حال حاضر انرژی‌های روی زمین صرف گرمادهی، روشنایی، حمل و نقل و غیره می‌شود. اگرچه مقدار عمده‌ای از همین انرژی صرف ارتباط افراد بشر با یکدیگر نیز می‌گردد، اما منظور ما ارتباط فضایی است. چیزی شبیه به‌رادیو تلسکوپ‌های کنونی که امواج رادیویی به‌فضا مخابره می‌کند.

ذی‌شعوران فضاهای خارج، اگر تا این‌جا آمده باشند یا در آینده بیایند، باید از تمدن بسیار پیش‌رفته‌ای برخوردار باشند. برای شناخت تمدن‌ها می‌توان مترها و معیارهای مختلفی را به‌کار گرفت. میزان مصرف صابون غیرکوپنی یا کاغذ آزاد می‌تواند یک معیار باشد. امروزه اما، معیاری جامع برای شناخت تمدن‌های مختلف، مورد پذیرش جامعهٔ اندیش‌مندان جهان قرار گرفته است. این معیار از دو بخش «مقدار اطلاعات» و «انرژی ارتباطات» تشکیل شده است.

در ریاضیاتی که با اعداد کوه‌پیکر سروکار دارد اعداد ۱۰ و ۱۰۰ و ۱۰۰۰ و غیره را با تعداد صفرهایی که جلو آن‌ها می‌گذاریم نمایش می‌دهیم، به‌این ترتیب که $۱۰^{۳}$ یعنی سه صفر بعد از یک، یعنی هزار، $۱۰^{۶}$ یعنی میلیون و $۱۰^{۹}$ یعنی هزار میلیون یا میلیارد (۱/۰۰۰/۰۰۰/۰۰۰) زیرا ۹ صفر دارد.

محاسبات دقیق برای یافتن مقدار اطلاعات ذخیره شده در هر تمدن نشان می‌دهد ما می‌توانیم با کمّی کردن این اطلاعات، تمدن‌های مختلف را دسته‌بندی کنیم. اگر تمدن‌های مختلف را با حروف الفبا نشان دهیم، مقدار اطلاعات در هر تمدن مطابق جدول خواهد بود.

واحد اطلاعاتی ذخیره شده در تمدن	نوع تمدن
$۱۰^{۶}$	A
$۱۰^{۷}$	B
$۱۰^{۸}$	C
$۱۰^{۹}$	D (یونان باستان)
$۱۰^{۱۰}$	E
$۱۰^{۱۱}$	F
$۱۰^{۱۲}$	G
$۱۰^{۱۳}$	H
$۱۰^{۱۴}$	I (مقام کنونی بشر)
$۱۰^{۱۵}$	J
$۱۰^{۱۶}$	K
$۱۰^{۱۷}$	L

انرژی مصرفی تمدن برای تبادل اطلاعات، نیمهٔ دیگر معیار جهانی تمدن است. به‌نظر کارداشف (دانش‌مند علوم فضایی شوروی سابق) می‌توان تمدن ذی‌شعوران فضاهای خارج را از این نظر به‌سه دسته تقسیم کرد. دستهٔ اول تمدنی است که می‌تواند معادل کل انرژی روی زمین را برای منظور ایجاد ارتباط مصرف کند. به‌این ترتیب خود زمین هنوز تمدن نوع اول نیز نیست.
در حال حاضر کل انرژی کرهٔ زمین در حدود $۱۰^{۱۶}$ وات است. اگر بخواهیم با این انرژی چراغ‌های ۱۰۰ واتی روشن کنیم قادریم در حدود یک‌صد تریلیون ($۱۰^{۱۴}$) چراغ صد واتی روشن کنیم. این نور از فواصل دور قابل رویت است. اگر این انرژی به‌صورت امواج رادیویی (و متمرکز) از رادیوتلسکوپ منتشر شود از فواصل بسیار دور کهکشانی نیز قابل ردیابی و شناسایی است.
تمدن نوع دوم می‌تواند برای ایجاد ارتباطات، انرژی معادل یک ستارهٔ

معمولی یا چیزی حدود $۱۰^{۲۶}$ وات انرژی مصرف کند. اگر این انرژی به‌صورت شعاع نازکی از امواج رادیویی به‌سوی ما مخابره شود، از فواصل بین کهکشانی نیز قابل ردیابی و شناسایی خواهد بود.

تمدن نوع سوم کارداشف می‌تواند حدود $۱۰^{۳۶}$ وات انرژی برای منظورهای ارتباطی مصرف کند. این معادل کل انرژی یک کهکشان متوسط است. چنین تمدنی در هر کجای جهان قرار داشته باشد، اگر ما را هدف بگیرد و چراغ قوه‌اش را به‌سوی ما نشانه‌گیری کند قابل ردیابی و شناسایی است.

از آن‌جا که فاصلهٔ انرژی در سه نوع تمدن زیاد است یعنی با فاکتوری در حدود ده بیلیون ($۱۰^{۱۰}$) تغییر می‌کند، کارل ساگان (منجم و متخصص اطلاعات آمریکایی) پیش‌نهاد می‌کند که تمدن نوع ۱/۰ را تمدنی در نظر بگیریم که $۱۰^{۱۶}$ وات انرژی برای ارتباطات بین ستاره‌ای مصرف می‌کند، تمدن نوع ۱/۱ حدود $۱۰^{۱۷}$ وات انرژی مصرف می‌کند و تمدن نوع ۱/۲ مصرف‌کنندهٔ $۱۰^{۱۸}$ وات انرژی است. تصویر سریع مجموعهٔ انرژی‌های مصرفی برای ارتباطات فضایی یا بهتر بگوییم، ارتباطات و مخابرات بین ستاره‌ای در جدولی خلاصه می‌شود.

انرژی مصرفی برای ارتباطات فضایی بر حسب وات	**نوع تمدن**
$۱۰^{۱۶}$	۱/۰
$۱۰^{۱۷}$	۱/۱
$۱۰^{۱۸}$	۱/۲
....	....
$۱۰^{۲۵}$	۱/۹
$۱۰^{۲۶}$	۲/۰
....	....
$۱۰^{۳۶}$	۳/۰

اکنون می‌توان ضریبی از ترکیب «مقدار اطلاعات» و «انرژی مخابرات» برای بررسی تمدن‌ها در نظر گرفت. تمدن انسان امروزی از نوع ۰/۷I است. شاید اولین تمدنی که ما با آن برخورد داشته باشیم از نوع ۱/۳K تا ۱/۸L باشد.

ما باید آماده باشیم درصورت برخورد با تمدن‌های پیش‌رفتهٔ فضاهای خارج، بتوانیم سریعا با آن‌ها ارتباط برقرار کنیم. عامل زمان به‌دلایل گوناگون می‌تواند مهم باشد. شاید آنان از سرزمین خود می‌گریزند و علاقه‌ای هم به‌ماندن نزد ما ندارند، باید آنان را به‌بیش‌تر ماندن ترغیب کرد. ممکن است در اثر سوءتفاهم، برخی اعمال ما به‌نظر آن‌ها خصمانه بیاید، باید قادر باشیم سریعا سوءتفاهم‌ها را برطرف کنیم.

در هر حال نباید فراموش کرد که آنان به‌مراتب از ما قوی‌تر هستند و درصورتی که کوچک‌ترین احساس خصومت یا مزاحمت کنند می‌توانند برای ما دردسرهای جدی و جبران‌ناپذیر فراهم کنند. شاید از همان نوع دردسرهایی که ما معمولا برای حشرات فراهم می‌کنیم. از طرف دیگر آنان بی‌تردید از مرحلهٔ کنونی زیست ما با دشواری‌های به‌ظاهر لاینحل آن گذشته‌اند و می‌توانند به‌ما درمورد آن کمک کنند.

در حال حاضر هیچ‌گونه ابزاری برای بررسی این تمدن‌ها در اختیار نیست. اما، اگر به‌خویش بنگریم و ببینیم که از یونان باستان تاکنون چه‌گونه ترقی کرده‌ایم در حالی که انرژی عظیم بشری فقط ۰/۷ است آنگاه درمی‌یابیم که تفاوت تمدن ۱/۸ L با ما به‌مراتب بیش از تفاوت ما با یونانیان باستان و چیزی در حدود تفاوت ما با انسان‌های اولیه است.

اگر ملاقات‌کنندگان احتمالی ما از نوع ۲P باشند تفاوت‌شان با ما از تفاوت ما با حیوانات معمولی نیز بیش‌تر بوده و نسبت چیزی در حدود تفاوت کنونی ما با حشرات خواهد بود. اگر ما قادر هستیم نقاشی‌های وان‌گوگ را به‌پشه نشان داده بشناسانیم و اگر می‌توانیم احساس خود را از این نقاشی به‌پشه القا کنیم، آنان نیز قادر خواهند بود دست‌یافته‌های تمدن خود را به‌ما بنمایانند.

برای آمادگی برخورد احتمالی با تمدن‌های پیش‌رفته باید شیوه‌های ایجاد برقراری ارتباط با ذی‌شعورانی کاملا متفاوت با خودمان را بیاموزیم. یک شروع خوب برای این کار ایجاد ارتباط با حیوانات روی کرهٔ زمین است. خوش‌بختانه بشر به‌طور غریزی با حیوانات اطراف خود آشنایی‌هایی پیدا کرده است. ارتباط اطلاعاتی با حیوانات، امروزه به‌صورت یک علم درآمده و تا همین‌جا هم پیش‌رفت‌های قابل ملاحظه‌ای کرده است. امروزه بشر با بسیاری از حیوانات از جمله دلفین‌ها، شمپانزه‌ها و موش‌ها «صحبت» می‌کند.

با موجودات فضاهای خارج چه‌گونه می‌توان ارتباط برقرار کرد؟

اگر ما بی‌نهایت واژه با بی‌نهایت مفهوم داشتیم دیگر باک‌مان نبود و می‌توانستیم با همهٔ جهان ارتباط برقرار کنیم. اما این که شوخی است. مساله اصلا این نیست که ما چه‌گونه با آن‌ها ارتباط برقرار می‌کنیم. آنان اگر به‌این‌جا بیایند به‌مراتب از ما پیش‌رفته‌ترند و خود آنان با ما ارتباط برقرار خواهند کرد. مسالهٔ اصلی این است که ما خود را به‌آن‌ها معرفی کنیم و احیانا به‌این‌جا بکشانیم. تا همین‌جا هم برای معرفی زمینیان به ذی‌شعوران فضاهای خارج تلاش‌های زیادی انجام گرفته علامات و پیام‌های زیادی به‌فضا مخابره شده است.

یکی از این پیام‌ها، روی یک صفحهٔ آب طلای ۲۳×۱۵ سانتی‌متری حکاکی و به‌وسیلهٔ سفینهٔ پایونیر ۱۰ در تاریخ سوم مارس ۱۹۷۲ از پایگاه فضایی کیپ کندی به‌فضا پرتاب شد. این پیام درمورد مکان سفینه، مسیر آن و سازندگان آن گفت‌وگو می‌کند. این پیام به‌تنها زبانی که بین ما و دریافت‌کنندگانش مشترک است نوشته شده است: زبان علم.

اگرچه برای طراحی این پیام گروه‌های بسیاری شامل زبان‌شناسان نیز، همکاری کرده‌اند، اما تصمیم گیری برای طرح نهایی پیام به منجمین، فیزیک‌دانان و ریاضی‌دانان واگذار شد. این پیام مقادیر زیادی اطلاعات شامل جای ما، زمان پرتاب پیام و شکل سازندگان آن به دریافت‌کنندگانش می‌دهد.

سمت چپ و بالای پیام، نمائی از انتقال بین چرخش‌های موازی و غیرموازی پروتون و الکترون در یک اتم هیدروژن خنثا نشان می‌دهد. بلافاصله زیر آن عدد ۱ در فرم دوتایی آمده است. چنین انتقالی در اتم هیدروژن با تشعشع رادیوئی فوتون با طول موج تقریبی ۲۱ سانتی‌متر و فرکانس ۱۴۲۰ مگاهرتز همراه است. بنابراین دو عامل مشخص‌کنندهٔ فاصله و زمان مخابره شده است.

از آن‌جا که هیدروژن در سراسر جهان به‌وفور و به‌گونه‌ای مشابه وجود دارد، قاعدتا یک تمدن پیش‌رفته این بخش از پیام را به‌سهولت درخواهد یافت. اما جهت تاکید و برای انتقال سیستم شمارش، دست راست پیام بین دو علامت اندازه‌گیری، عدد ۸ به‌فرم دوتایی آمده که نمایش‌گر ارتفاع سفینهٔ فضایی پایونیر ۱۰ است. سفینه به‌طور شماتیک پشت سر زن و مرد ترسیم شده است. تمدن پیش‌رفته‌ای که لوح طلایی را به‌دست بیاورد مسلما خود سفینه را نیز به‌دست خواهد آورد. با سیستم اعداد ما آشنا خواهد شد و رمز طول موج ۲۱ سانتی‌متر و اتم هیدروژن را بازگشایی خواهد کرد.

روی ۱۴ شعاعی که در مرکز چپ لوح ترسیم شده، اعدادی است که از نظر مکانی جای منظومه شمسی، تنها نقطهٔ تلاقی اشعه، را نشان می‌دهد و از نظر زمانی با نبض ستارگان تپنده مربوط است. اما تپنده‌ها در واقع ساعت‌های جهانی هستند و یک تمدن پیش‌رفته درصورت دریافت پیام باید از خود بپرسد: از کجای جهان می‌توان ۱۴ شعاع تپنده را با این نسبت‌ها دید؟ همچنین باید دریابد در چه زمانی می‌توان این شعاع‌ها را دید. به‌این ترتیب زمان و مکان ما برایشان مشخص می‌شود زیرا جواب این است که فقط از بخش کوچکی از کهکشان راه شیری و در یک مقطع زمانی خاص می‌توان چنین تصویری از فضا داشت.

در پایین تصویر وضعیت خورشید و سیاره‌های آن و حتا حلقهٔ زحل و نسبت تقریبی فواصل‌شان داده شده است. معلوم است که سفینهٔ فضانورد از سومین

سیاره، زمین، به‌سوی پنجمین، مشتری، رفته و با استفاده از نیروی پرتاب آن خود را از منظومه خارج کرده است. تا این‌جای پیام برای هر جامعهٔ پیش‌رفته دانش‌مندان که پیام و سفینه را به‌دست آورده باشد به‌سهولت قابل درک است، البته این پیام برای انسان‌های معمولی کرهٔ زمین حاوی نکات زیادی نیست اما دانش‌مندان زمین نیز به‌سهولت این پیام را رمزگشایی می‌کنند.

مشکل‌ترین بخش این پیام تصویر انسان‌هاست. موجودات فضاهای خارج که محصول پنج‌هزار میلیون سال یا بیش‌تر تکامل مستقل از ما هستند چنان با ما از نظر شکل می‌توانند تفاوت داشته باشند که شاید هرگز قادر به‌درک این بخش از پیام نباشند. در هر حال در تمام فرهنگ‌های پیشین بشری، انسانی که دست راست و لخت خود را با آرامش بلند کرده است با نیت خیر و به‌قصد دوستی چنین کرده است.

این بخش از پیام در واقع بیش‌تر به‌روان‌شناسی بشر متکی است. در هر حال ممکن است تمدنی شبیه به‌خود ما این پیام را دریافت کند! شاید بگوید اگر با این حرکت دست به این‌جا نزد ما بیایید ما شما را صلح‌جو خواهیم انگاشت. یا آن‌که به دیدن ما اگر می‌آیید نرم و آهسته بیایید مبادا که ترک بردارد چینی تنهائی ما.

هم اکنون این پیام با سرعت از منظومه شمسی خارج شده و به سوی ستارگان در حرکت است و ۸۵۰۰۰ سال دیگر به همسایه دیوار به دیوار ما یعنی اولین ستاره سر راه خواهد رسید!

پیش‌فرض‌های بحث فوق این بود که ملاقات‌کنندگان احتمالی ما از جهان کهکشانی خود ما باشند، یعنی از یکی از همین $۱۰^{۲۰}$ ستارهٔ دور و برمان. فرض کرده‌ایم که موجود فضاهای خارج، دارای نوعی شیمی مندلیفی مشابه ماست و زمان خصوصی او نیز به‌وسیلهٔ ساعت جهانی، ضربان نبض تپنده‌ها، کوک می‌شود. اما اگر ما با ذی‌شعور مجموعهٔ «بی‌نهایت جهان» برخورد کنیم؟ در حال حاضر جواب به‌این سوآل ما را از تمامی جهان علم خارج می‌کند و

به‌دنیای فانتزی و اوهام می‌برد.
در لحظهٔ کوتاهی که شما این نامه‌ها را تـا هـمین‌جا خـوانـده‌ایـد مـوجودات دوبعدی میکروسکپی در کـنار چشـم شـما مـتولد شـده‌انـد، رشـد کـرده‌انـد، به‌دانشگاه یا حوزه رفته‌اند، ازدواج کرده‌اند، صاحب فرزندان شده‌انـد، ادعـای دانش و بینش کرده‌اند، ادعای مرکزیت کرده‌انـد، ادعـای مـالکیت کـرده‌انـد، ادعای الوهیت کرده‌اند سپس مرده‌اند و جای خود را به‌دیگران داده‌اند که در همین لحظهٔ حاضر در گوشهٔ چشم شما به‌همین کار مشغولند. آیا خود ما در گوشهٔ چشم موجودی با ابعاد بالاتر زندگی نمی‌کنیم؟

زیست

ما سوار بر یک سنگ مدوریم که با سرعت حـیرت‌انگـیز ۱۸۰۰ کـیلومتر در ساعت یا ۰/۵ کیلومتر در ثانیه به دور خود می‌چرخد. این سه برابر سریع‌تر از تمام ماشین‌ها و قطارهاست. این سنگ با سرعت باورنکردنی ۳۰کیلومتر در ثانیه یا ۱۰۸۰۰۰ کیلومتر در ساعت به دور ستارهٔ مادر خـود یـعنی خـورشید می‌گردد. این بیش از دو برابر سرعت سریع‌ترین مـوشک‌هاست. سـنگ مـا همراه با خورشید با سرعت سرسام آور ۲۵۰ کیلومتر در ثـانیه بـه دور مـرکز کهکشان راه شیری می‌چرخد. اگر ماه با این سرعت دور کرهٔ زمین بگردد هر سه دقیقه یک بار کرهٔ زمین را دور می‌زند. سنگ ما همراه بـا کـهکشان راه شیری با سرعت ۳۰۰ تا ۶۰۰کیلومتر بر ثانیه به دور خوشه محلی می‌چرخد و از همه باورنکردنی‌تر این که مجموعهٔ کهکشانی با سرعت‌های قابل مقایسه با سرعت نور، در کار انبساط جهان است. اگر با سرعتی که کهکشان‌ها از یکدیگر دور می‌شوند، ماه به دور زمین بگردد، در هر دقیقه لااقل ۱۰ بار کرهٔ زمین را دور خواهد زد.
عجیب‌ترین، مهم‌ترین و زیباترین خاصیت خانهٔ مـا آن است کـه ایـن کـرهٔ کوچک و به‌ظاهر ساده مـحل زیست مـوجود زنـده است. پـیدایش مـوجود

ذی‌شعور به‌کنار، حتا اگر این‌کره، فقط محل زندگی پایین‌ترین انواع زیست نیز می‌بود، یک موضوع جانانه تحقیق به‌شمار می‌آمد.

در حال حاضر برای زیست نمی‌توان تعریفی جامع و مانع ارائه کرد زیرا طیف وسیعی از موجودات با هر نوع تعریف جامع و مانع از زیست مغایرت‌هائی نشان می‌دهند.

یکی از تعاریف موجود زنده، برمبنای چهار عامل تنفس یا سوزاندن اکسیژن، تولید مثل، حرکت و تغذیه است. در این صورت شاید بتوان از آتش به‌عنوان اولین موجود زنده نام برد. آتشی که در جنگل به‌سوزانیدن درختان مشغول است از اکسیژن هوا استفاده می‌کند، حرکت دارد، تغذیه کرده و تولید مثل می‌کند. به‌دلیل همین‌گونه تناقضات است که برای زیست باید به‌دنبال ساده‌ترین موجودی گشت که به‌آن «زنده» اطلاق می‌کنیم.

به این منظور و برای این که ببینیم زیست چه‌گونه روی کرهٔ زمین ایجاد شده باید ببینیم مادهٔ اصلی این زیست چیست. شکافتن اکثر ملکول‌های موجودات زنده نشان می‌دهد قسمت اصلی بدن موجودات زنده را چهار عنصر کربن، ازت، اکسیژن، و هیدروژن تشکیل می‌دهد. گاه تا ۹۹/۹۹ درصد یک موجود زنده را همین چهار عنصر تشکیل می‌دهد. این عناصر، مواد اولیهٔ اسیدهای امینه هستند. اسیدهای امینه سنگ‌های اصلی ساختمان موجودات زنده و مادهٔ اصلی به‌کار گرفته شده در ساختمان پروتئین است. البته عناصر دیگری نیز در ساختمان موجود زنده دخالت مستقیم می‌کند، گوگرد، آهن، کلر و فسفر از آن جمله است.

سوآل وسوسه کننده این است که آیا در کنار یکدیگر قرار گرفتن عناصر گفته شده، در یک آزمایشگاه مجهز امروزی منجر به‌ایجاد موجود زنده می‌گردد؟

بشر همواره آرزوی ایجاد زیست مصنوعی را در سر پرورانیده است. تا قبل از دو دههٔ گذشته، تلاش‌های بشر برای ایجاد زیست آزمایش‌گاهی بیش‌تر بر مبنای استفاده از یاخته‌ها و سلول‌های موجودات زنده قرار داشت که در واقع

نمی‌توان آن را ایجاد زیست مصنوعی خواند. سابقهٔ ایجاد زیست مـصنوعی به‌شیوهٔ مدرن و بدون استفاده از سلول‌های موجودات زنده به‌سال‌های ۱۹۵۰ باز می‌گردد و دانش‌مندان در این راه به‌موفقیت‌های چشم‌گیری نائل آمده‌اند. نقطهٔ شروع ایجاد زیست مصنوعی انجام آزمایش میلر است کـه امـروزه در دانشگاه‌های پیش‌رفتهٔ دنیا متداول است.

در این آزمایش در یک ظرف استرلیزه مقداری آب مقطر می‌ریزیم و در آن را محکم می‌بندیم و دقت کامل به‌کار می‌بریم که در ظرف، غیر از آب مقطر و هوا چیز دیگری نباشد، نه باکتری و نه گرد و غبار حاوی پلانکتون‌های هوا زی. ایـن ظـرف را مـعرض امـواج الکـترومغناتیس قـرار داده در آن تـخلیهٔ الکتریکی انجام می‌دهیم. پس از چند روز با کمال تعجب مشاهده مـی‌کنیم رنگ مایع داخلی قهوه‌ای شده. انجام آزمایش بر روی مایع نشان می‌دهد که در داخل ظرف اسیدهای امینه تشکیل‌شده است.

اگر چه در عمل هنوز هیچ موجود زنده‌ای از لولهٔ آزمایش بیرون نیامده، ولی به‌نظر می‌رسد که این بیش‌تر در اثر نبودن زمان کافی است تا بر اثر عـامل دیگر. در سال ۱۹۷۷ این آزمایش با اضافه کردن مقادیری خاک سترون تکرار گردید که نتیجهٔ آن در نهایت تعجب همگان، ایجاد انواع پروتئین بود. به این ترتیب ظاهرا زیاد دور نیست روزی که قورباغه از لولهٔ آزمایش بیرون آید.

البته هنوز برای داوری نهایی زود است. آزمایش میلر دارای خطاهای متعددی است که تا بر طرف نشود نباید قاطعانه به نتایجش استناد کـرد. دانش‌هـای نـوین اگـر هـیچ چـیز بـه‌ما نـیاموخته بـاشند سـخت‌گیری در مـورد نـتایج آزمایشات‌مان را آموخته‌اند. در هر حال این آزمـایش کـه شـبیه‌سازی وضـع آب‌های اقیانوس‌ها و تخلیهٔ الکتریکی دائمی ابرهاست نشان می‌دهد ایجاد زندگی روی زمین چندان هم احتیاج به‌معجزه نداشته گذشت زمان و تصادف مساعد به‌تنهایی برای آن کافی است.

چـندین مـیلیارد سـال پـیش، در کـنارهٔ آب‌هـا در سـرزمین‌های مسـاعدتر،

ملکول‌های سنگین‌تر و کریستال‌های دوره‌ای تحت شرایط خاص به‌وجود آمدند. امروزه هم به‌وجود می‌آیند. از مهم‌ترین خواص کریستال‌های دوره‌ای، تکثیر یا تولید مثل در محیط مناسب، زیر اثر نیروهای فیزیکی است به‌طوری که اگر تولید مثل، تنها شرط زیست به‌شمار می‌رفت، کریستال‌های دوره‌ای ساده‌ترین موجودات زنده به‌شمار می‌آمدند. تولید مثل یخ در شرایط مناسب یک نمونه است.

گاه اوقات درجه حرارت آب ساکن، در بطری‌های نوشابه یا استخرهای روباز، به زیر صفر می‌رسد. در این حال اگر حرکتی به بخشی از ملکول‌های آب بدهیم، آن بخش منجمد می‌شود. کریستال یخ سپس خود را تکثیر می‌کند تا همهٔ استخر یا بطری از یخ پوشیده می‌گردد.

در طول زمان و در اثر شرایط مناسب، ملکول‌های سنگین‌تر و پیچیده‌تر که تقریبا پایهٔ همهٔ آن‌ها اسیدهای امینه است و کریستال‌های غیردوره‌ای به‌وجود آمدند. امروزه هم به‌وجود می‌آیند. تفاوت کریستال‌های دوره‌ای با کریستال‌های غیردوره‌ای تفاوت نقش کاغذ دیواری با تابلو نقاشی است. اطلاعات موجود روی نقش کاغذ دیواری بسیار اندک بوده دائما تکرار می‌شود، درحالی که تابلو نقاشی یک مجموعهٔ اطلاعاتی است که در ترکیبی غیر تکراری عرضه می‌گردد.

خاصیت مشترک هر دو کریستال، تکثیر در محیط مناسب است که در مورد کریستال غیر دوره‌ای، به‌علت شرکت تعداد بسیار زیادی اتم در ساختمان کریستال، بسیار بطئی‌تر از کریستال دوره‌ای انجام می‌شود.

هر قدر ملکول‌های به وجود آمده در کنارهٔ دریا سنگین‌تر می‌شدند، بغرنج‌تر شده نیروهای عمل‌کنندهٔ درونی آنان بیش‌تر می‌گردیدند. از یک سو مولکول‌ها ناپایدارتر و آسیب‌پذیرتر می‌گردیدند و از سوی دیگر نیروهای درونی عمل کننده برای حفظ و تکثیر ملکول‌ها ناگزیر به‌نشان دادن عکس‌العمل طبیعی و کاربرد انرژی بیش‌تری می‌شدند.

ملکول‌های سنگین‌تر روز به روز خود را با مقیاس میلیونی و میلیاردی تولید و حفظ می‌کردند، اما نیروهای فرسایشی طبیعت، امواج دریا به‌عنوان مثال، آن‌ها را از بین می‌برد. در تلاش هر روزهٔ مرگ و زندگی، تعدادی باقی می‌ماندند تا فردا بتوانند خود را باز هم بیش‌تر تولید کنند و سنگین‌تر شوند. دقیقا همان وضعیتی که امروزه هم رخ می‌دهد.

نیروهای نگه‌دارندهٔ ملکول‌ها در واقع از جنس جاذبه، هسته‌ای قوی و الکترومغناتیس است. تاثیر این نیروها بر پایداری ملکول‌ها به خوبی مشخص شده. این نیروها با بزرگ‌تر شدن ملکول بیش‌تر می‌شود. در تضاد بین نیروهای فرسایشی موج و توفان و نیروهای نگه‌دارندهٔ هردم افزون، لحظه‌ای فرا می‌رسد که زور نیروهای نگه‌دارنده بیش‌تر می‌شود و اگر مقدار نیروی فرسایشی ثابت بماند یا کم‌تر گردد، ملکول سنگین به حیات خود ادامه خواهد داد. این همان شروع زیست است.

این حرکت دوگانهٔ طبیعت، که از یک سو همهٔ عوامل را برای ایجاد ملکول سنگین‌تر مساعد می‌کند و از سوی دیگر موجبات متلاشی شدن و مرگ ملکول ناپایدار را به‌وجود می‌آورد، موجب فریاد ملکول گشته که با یک «نه» به‌ناپایداری خود، وجود خود را پایدار می‌خواهد.

ملکول که آنتروپی منفی خود را از خورشید می‌گیرد، در محیط منظم و مساعد کرهٔ زمین تعادل نیروهای عمل کننده را به‌نفع خود و برای ایجاد نظم بیش‌تر تغییر می‌دهد. در آغاز، ملکول‌های سنگین‌تر برای بقا به‌یکدیگر می‌پیوندند، در قدم بعد، هرکجا که لازم شود تقسیم می‌گردند، شروع زیست آن‌قدر ساده و آن‌قدر آسیب‌پذیر است که قلب‌های ما نوادگان این موجودات اولیه، هنگام شنیدن سرگذشت به‌وجود آمدن‌شان به‌تپش می‌افتد.

جد اعلای موجودات زنده بلافاصله، یعنی فقط پس از طی چند میلیون سال نخستین، خود را بزرگ‌تر کرده، درهر قدم اجازه می‌دهد «فضازمان» اطرافش وجودش را شکل بخشد، زیرا که او گره فضازمان خود است. تولد او مانند تولد

خورشید زنده در فضای «خالی» از دور تعجب‌انگیز ولی از نـزدیک عـادی و طبیعی می‌نماید. همان‌گونه که خورشید با جذب و تغذیه از ذره‌های پراکنده، خود را بهتر و کامل‌تر می‌سازد، موجود زنده نیز به‌چنین کاری مشغول می‌شود. وقتی تک سلولی‌های به‌وجود آمده با نیروهای فـرسایشی طـبیعت مـواجـه می‌شوند دوبه‌دو به‌یکدیگر می‌چسبند و گروه دو سلولی‌ها را به‌وجود می‌آورند. این عمل شبیه به‌تجمیع خود ملکول‌ها است. تعدادی از دو سلولی‌ها مجددا به‌یکدیگر می‌چسبند و تعدادی نیز به «خوردن» تک سلولی‌ها می‌پردازند تا بزرگ‌تر شوند. گروه‌های سه سلولی و چهار سلولی و ... به‌وجود می‌آید. شروع تنازع بقاء قدیمی‌ترین «حرکت» است. موجود زنده با جنایت طبیعی و تکاملی آغاز کرده است!

ما همیشه خواسته‌ایم بدانیم شروع زیست کجاست؟

در بررسی‌های تحلیلی و از نزدیک دیده می‌شود که این سوآل هیچ معنایی ندارد، همان گونه که سوآل «شروع خورشید کجاست» هیچ معنایی ندارد.

زیست همواره وجود داشته و خواهد داشت همان گونه که خورشید نیز همیشه وجود داشته و خواهد داشت. گاه به‌صورت یک تـودهٔ جـرم و گـاه بـه‌صورت گازهای پراکنده.

زیست از جای خاصی شروع نشده و همواره همه جا هست. شاید بتوان گفت علاقه به پایداری که در تمام مواد هست همان زیست است. در واقع سنگ نیز «زنده» است.

زیست روی کرهٔ زمین پیدا نشده و در واقع روی کرهٔ زمین تطور زیست در اثر شرایط مساعد به‌وجود آمده‌است. تغییر شکل زیست در هر کجای دیگر نیز در اثر شرایط مساعد به‌وجود خواهد آمد. اگر ما یک عدد مشخص، مثلا تشعشع A لوکس نور را از خورشید، شروع زندگی خورشید بدانیم، مـی‌توانـیم بـرای زیست نیز آغازی تعریف کنیم.

بعضی تولید مثل، بعضی تـغذیه و بـعضی حـرکت مسـتقل را شـروع زیست

می‌دانند. مهم نیست که ما شروع زیست نیای خود را در کجا بدانیم. او متولد شده است و در واقع باید گفت که او «متحول» شده است. «فضازمان» او، با یک انتقال او را به‌صورت موجود زنده، کنار ساحل و در آب در اختیار کرهٔ زمین گذارد.

اختلاف بین دو نحوهٔ عملکرد نیروهای طبیعی، یکی جذب که سبب تشکیل ملکول‌های سنگین‌تر می‌شود و یکی فرسایش، که جهان و هرچه را کـه در اوست به‌سوی نامنظم بودن دائـمی سـوق مـی‌دهد زیست را بـه‌وجود آورد. همین اختلاف سبب نابودی زیست هم می‌شود و آخـرسر احـتمالا بـرد بـا نیروهای فرسایشی است مگر آن که «شعور» بـه‌وجود آمـده قـادر بـه‌انـجام دخالتی قطعی گردد.

از این‌جا به‌بعد دیگر تمام داستان‌ها کم‌وبیش مشابه‌انـد. گـیاهان، آب‌زیـان، دوزیستان، خاک‌زیان و ... همگی به‌وجود می‌آیند. البته ترتیب به وجود آمدن که نهایت اهمیت را دارد مد نظر نیست. ایجاد زیست محدود به‌چند میلیون سال پیش نبوده و هم‌اکنون نیز در جریان است. متاسفانه این عمل آن‌قدر آهسته انجام می‌گیرد که ما نمی‌توانیم با موجودی که هم‌اکنون می‌خواهد از دریا بیرون آید ملاقات کنیم.

این عمل تکاملی طبق اصل سادهٔ «جور آمدن و عادت کـردن» ادامـه پـیدا می‌کند. این اصل زیبا که کشف آن مدت‌ها به‌تاخیر افتاده بود به‌وسیلهٔ داروین اعلام گردید. داروین که بعضی او را پـیام‌بر بـیولوژی مـی‌نامند بـا مـلاحظهٔ نمونه‌های بسیار زیاد موجودات زنده دریافت که آنان دائما خود را با شرایـط محیط زیست خود وفق داده در حال تغییر دائمی هستند. در تغییرات ناگهانی طبیعت، موجوداتی که قادر به‌وفق خود نـیستند، از بـین رفـته جـای خـود را به‌موجوداتی می‌دهند که دارای این قدرت هستند. بقای موجودات زنده، تکثیر آنان است.

قوانین وراثت مندل تاثیر شگفت‌انگیز داشته و امـروزه تـحقیقات ژنـتیک و

شناخت DNA و RNA به طرز بی‌سابقه‌ای زیست‌شناسی را به نوک پیکان دانش‌های بشری ارتقاء داده به طوری که بسیاری از فیزیکدان‌ها و ریاضی‌دان‌ها به زیست‌شناسی کوچ کرده‌اند.

از نکات جالب مسیر تکاملی این که، هر موجود زنده، جزو طبیعت شده در تغییر موجودات دیگر موثر واقع می‌شود، به‌طوری که مثلا وجود غذا در نوک درختان، گردن زرافه را دراز کرده است.

در قرن گذشته، فرضیهٔ تکاملی برای کسانی که تحمل تصور زایش از حیوانات بدوی‌تر را نداشته‌اند بسیار گران می‌آمد. امروزه اما ما با شادی به‌پرواز داینوسورهای آگاه نگریسته به‌آنان که با تبدیل شدن به گنجشکان در این دنیا باقی می‌مانند با هیجان آفرین می‌گوییم.

برای این که بتوانیم وارد این بحث شویم باید ببینیم خود خانه به چه شکل بوده است. درحدود ۳۰۰ میلیون سال پیش، سیارهٔ ما چهرهٔ کاملا متفاوتی داشت، خشکی‌های زمین دریک نقطه، درمنطقهٔ حاره، متمرکز بود و بخش‌هایی هنوز از زیر آب بیرون نیامده بود. شناخت دقیق‌تر گذشتهٔ زمین با کمک سنگ‌واره‌های کشف شدهٔ اخیر امکان پذیر شده است. این فسیل‌ها نشان می‌دهند سیصد میلیون سال پیش اروپای کنونی روی خط استوا قرارداشته است.

این فسیل‌ها پرتو جدیدی به‌بخش نهایی دوران پالئوزوئیک انداخته است. در دورهٔ انتقالی کربونیفر که اولین درختان و نخستین خزندگان روی زمین پیدا شدند قاره‌های کنونی در کنار هم و روی منطقهٔ استوایی مجتمع بوده‌اند.

قطعات خاک در این دوره شروع به‌حرکت کرده‌اند وهنوز به‌حرکت خود ادامه می‌دهند. خشکی‌های روی این کره در اثر شکاف در یک خشکی اولیه ایجاد شده‌اند. قطعاتی که ما امروزه به‌آنان قاره می‌گوییم در اصل همگی مجتمع بوده‌اند.

قسمت بر آمدهٔ شرقی آمریکای جنوبی در قسمت فرو رفتهٔ غربی آفریقای

جنوب غربی قرار داشته و نواحی شـرقی کـانادا، سـرزمین گـرین‌لند و اروپـا به‌یکدیگر متصل بوده‌اند. شبه‌جزیرهٔ عربستان در شـرق آفـریقا قـرار داشـته هندوستان چسبیده به‌جنوب آفریقا بوده استرالیا در جنوب آفریقا بوده است. به‌جز عوامل ظاهری که خودگویای مساله فوق است اقیانوس‌شناسی مدرن و مطالعهٔ شکاف‌های انتهای اقیانوس‌ها از راز این حرکات پرده بر می‌دارد.

این فسیل‌ها همچنین دلایل مستحکم جـدیدی دراخـتیار فـرضیهٔ تکـاملی زیست داروین قرار داده است. پیدا شدن سنگ‌وارهٔ انواع غریب جانورانی که دارای مشخصات هردو تیرهٔ کرم‌ها ومهره‌داران هستند، پرتو جدیدی به اوایل مسیر تکامل این بخش از جانوران تابانده است.

معادن زغال‌سنگ مونتسو واقع در فرانسه، که مقدار زیادی از این سنگ‌واره‌ها در آن کشف شده، درشمال شرقی رشته کوه مرکزی قراردارد. این کـوه‌ها در دوران پالئوزوئیک به‌وجود آمده‌اند. این معدن از قرن پیش فعال بوده است و در واقع بعضی از سنگ‌واره‌های این معدن در قرن ۱۹ از زیر خـاک بـیرون آورده شده‌اند. چند سال پیش که فعالیت شدید حفاری دراین معادن آغاز شد حجم عظیم و متنوع ذخیرهٔ سنگ‌واره‌های آن مشخص گردید.

بسیاری از دیرینه‌شناسان معتقدند که این یکی از غنی‌ترین اکتشافات دهـهٔ اخیر است. از آن سال تاکنون علاقه‌مندان آماتور، تعطیلات آخر هفتهٔ خود را روی این معادن می‌گذرانند تابتوانند هر چه بیش‌تر از این سنگ‌واره‌ها یافته آن‌ها را از نابودی به‌وسیلهٔ ماشین‌های حفاری نجات دهند. البته این بـه‌جز نمونه‌برداری‌های رسمی حرفه‌ای‌هاست. آنان تاکنون ده‌ها هزار نمونهٔ نـادر کشف کرده‌اند. البته این تـنها جـایی نـیست کـه مـی‌توان بـه تـاریخ زیست نگریست.

همان‌گونه که آمد، این اکتشافات تاریخ زیست را به‌مراتب دقیق‌تر کـرده‌انـد. برای این‌که احساسی از زمان پیدایش زیست داده باشیم می‌توان تاریخ جهان را به‌ویژه تاریخ زیست رابه‌صورت روزشمار و در یک تقویم جهانی ارائه کرد.

فرض کنیم با یک زمان خطی سروکار داریم و می‌توانیم تمام وقایع جهان را در یک سال بگنجانیم، در آن صورت می‌توانیم تقویم جهانی رابسازیم. شروع این گاهشمار، ۱۴ میلیارد سال پیش یعنی آغاز انفجار بزرگ و لحظهٔ تولد این جهان است. در این تقویم کل زمان، از پیدایش جهان تاکنون در یک سال شمسی فشرده شده است یعنی یک سال معرف ۱۴ میلیارد سال است.

میمون‌های داروین، درآخرین روز تقویم به‌وجود آمده‌اند که درمقایسه با عمر عظیم جهان صحبت از فقط چهل میلیون سال است. عمر انسان تانزانیا، مادرانسان کنونی، کم‌تر ازیک ساعت است و عمر انسان امروزی، انسان متفکر، درحدود ۴۰ ثانیه. بی‌دلیل نیست که «انسان متفکر» این‌همه جوانی می‌کند.

تقویم جهانی

تاریخ	واقعه
۱ اردی‌بهشت	انفجار بزرگ.
۱ شهریور	آغاز کهکشان راه شیری.
۹ دی	آغاز منظومهٔ شمسی.
۱۴ دی	شکل گرفتن کرهٔ زمین.
۲۵ دی	آغاز حیات روی زمین.
۲ بهمن	قدیمی‌ترین سنگ‌های شناخته شدهٔ روی کرهٔ زمین.
۹ بهمن	قدیمی‌ترین فسیلی‌ها (باکتری‌ها و آلگ‌های سبز – آبی).
۱ اسفند	به‌وجود آمدن سکس (به‌وسیلهٔ ارگانیزم‌های میکروسکپی).
۱۲ اسفند	قدیمی‌ترین فسیل‌های گیاهان فتوسنتتیک.
۱۵ اسفند	ایجاد نخستین سلول‌های هسته‌دار Eukaryotes

فروردین

دوشنبه ۱	تشکیل اتمسفر با مقادیر قابل توجه اکسیژن روی زمین.
جمعه ۵	آتش‌فشان‌های قابل توجه و شروع کانال‌های روی مریخ.
سه‌شنبه ۱۶	نخستین کرم‌ها.
چهارشنبه ۱۷	پایان دوران ماقبل کامبرین (Precambrian) آغاز دوران پالئوزوئیک(Paleozoic) و دورهٔ کامبرین فراوانی بی‌مهرگان.
پنج‌شنبه ۱۸	پلانکتون‌های دریایی، فراوانی تریلوبیت‌ها (Trilobites).
جمعه ۱۹	دورهٔ اردوویسین (Ordovician) پیدایش اولین مهره‌داران و اولین ماهی‌ها.
شنبه ۲۰	دورهٔ سیلورین (Silurian) پیدایش اولین گیاهان آونددار پیدایش گیاهان به‌صورت تجمعی گیاهان زمین را به‌تصرف خود در می‌آورند.
یک‌شنبه ۲۱	شروع دورهٔ دونین (Devonian) اولین حشرات حیوانات شروع به‌تصرف خشکی کردند.
دوشنبه ۲۲	پیدایش اولین دوزیستان و اولین حشرات بال‌دار.
سه‌شنبه ۲۳	دورهٔ کربونیفرCarboniferous پیدایش اولین درختان و اولین خزندگان.
چهارشنبه ۲۴	دورهٔ پرمینPermian آغاز می‌شود پیدایش اولین داینوسورها.
پنج‌شنبه ۲۵	پایان دوران پالئوزوئیک آغاز دوران مزوزوئیکMesozoic.
جمعه ۲۶	دورهٔ تریاسیکTriassic پیدایش اولین پستان‌داران.
شنبه ۲۷	دورهٔ ژوراسیکJurassic پیدایش اولین پرندگان.
یک‌شنبه ۲۸	دورهٔ کرتاسهCretaceous اولین گیاهان نهان‌دانه

اواخر این دوره داینوسورها از بین می‌روند.
دوشنبه ۲۹ پایان دوران مزوزوئیک، آغاز دوران سنوزوئیکCenozoic
دورهٔ ترتیاری Tertiary شروع می‌شود، پیدایش اولین نهنگ‌ها
پیدایش پستان‌داران بزرگ‌تر زمین.
سه‌شنبه ۳۰تکامل اولیه در مغز پستان‌داران بزرگ‌تر، پیدایش اولین انسان‌مانندها، فراوانی چهار پایان.
چهارشنبه ۳۱پایان دورهٔ پلیوسینPliocene آغاز دورهٔ کواتناریQuatenary پیدایش اولین انسان‌ها.

مرزها

انسان‌ها محدود به‌حدودی هستند که از آن پا فراتر نمی‌گذارند. پول، خواست تن، قدرت و... از مرزهای بشری به‌شمار می‌رود. جنگ هفتاد و دو ملت نیز در دایرهٔ همین محدودیت‌ها جریان دارد. انسان و دیوارهای اطراف او «خود» انسان است و «هر انسانی به‌غیر از خود، دل از هر قید بگسسته است». اکنون شکستن محدودیت و مرزها به بازی روزمره تبدیل شده.

مرز قدرت‌های بدنی، سرما، گرما و... همگی از مرزهای طبیعی به‌شمار می‌آیند. ما این مرزها را دوست نمی‌داریم و برای کسانی که در راه عقب راندن آن‌ها تلاش می‌کنند اهمیت و احترام قائل می‌شویم. اگر کسی فقط یک سانتی‌متر بیش از دیگران پرواز یا پرتاب کند طلای‌مان را به او می‌دهیم.

یکی از عمده‌ترین تلاش‌های بشر، در جهت به‌رسمیت نشناختن این مرزها و عقب راندن آن‌هاست. انسان با کمک ابزار، قادر به‌عقب راندن مرزها می‌شود و در هر زمینه‌ای دیواره‌های ضخیم مرزها را می‌شکند. گرداگرد انسان را ابزارهای مرزشکن فرا گرفته است. ابزارهایی که قد انسان را به فراسوی چندین هزار کیلومتر، سرعت حرکت او را به‌چندین کیلومتر در ثانیه و تحمل فشار وی را به‌چندین ده اتمسفر رسانیده‌است. ابزارها و داروها (ابزارهای

شیمیایی) برای روبه‌رو شدن با مرزهای بشری به‌کار گرفته می‌شود تا این مکانیزمی را که مایانیم از محدودیت‌های خود رهانیده گسترده‌تر کند.

این مرزها مانند دوایر متحدالمرکز (با مرکزیت بشر) به‌دور انسان کشیده شده است. دوایری با خطوط شکسته، زیرا بشر بالاخره قادر به‌عبور از آن‌هاست.

اما در خارج از این دوایر خط چین، یک مثلث با اضلاع ضخیم، توپر و سیاه‌رنگ وجود دارد که بشر را محکم دربرگرفته است. مثلث مرزهای نهائی. سه ضلع این مثلث، سه مرز نهائی بشر را معرفی می‌کنند. مرزهایی که بشر هرگز قادر به‌عبور از آن نیست و دیوار نهائی جهان کنونی به‌شمار می‌آید. سه مرز نهائی. سرعت نور، صفر مطلق و مرگ.

مطالعهٔ این سه مرز برای ارزیابی مقام انسان، این زندانی ابد در محبس بی‌دیوار، ضروری است. یکی از سه مرز نهائی انسان، مرز حرارتی یا برودتی، صفر مطلق یعنی ۲۷۳/۱۵- درجهٔ سانتی‌گراد است که به‌قانون دوم ترمودینامیک مربوط می‌شود.

آنتروپی

شاگردان کلاس‌های مقدماتی علوم یا مهندسی در سال‌های اولیهٔ تحصیل لحظه‌ای جذاب و هیجان‌انگیز دارند و آن هنگامی است که با قانون دوم ترمودینامیک آشنا می‌شوند. این قانون مانند کلیهٔ دست‌آوردهای جهان دانش محصول تلاش جمع کثیری از دانش‌مندان است اما اگر باید فقط به‌یک نام اشاره کرد می‌توان از «سَدی کارنو» نام برد.

سدی کارنو (۱۸۳۲ – ۱۷۹۶) ریاضی‌دان و ترمودینامیسین قرن نوزدهم فرانسه و کاشف قانون دوم ترمودینامیک است. خانوادهٔ او وابسته به‌محفل کوچک و بسیار بافرهنگ فرانسوی بود که در مجالس خود «سعدی» می‌خواندند و اسم این پارسی‌گوی بزرگ را بر فرزند خود گذاشتند، نام اول او از شاعر ایرانی گرفته شده است. او توانست در عمر کوتاهش یکی از مهم‌ترین

قوانین طبیعت را کشف کند. کارنو نشان داد کل تحولات جهان ما به‌گونه‌ای است که آنتروپی جهان دائما افزایش می‌یابد یعنی جهان دائما در حال انجام کار است و هرچه بیش‌تر کار می‌کند بیش‌تر «استعداد انجام کـار» خـود را از دست می‌دهد. کارنو در سی و شش سالگی با مرض وبا درگذشت.

تجربه نخستین آشنایی من با این قانون، شیرین است. استاد گفت:

> خانم‌ها، آقایان
>
> ایــن بــزرگ‌ترین لحـظهٔ زنـدگی شـماست. شـما اکـنون بـا شگفت‌انگیزترین قانون طبیعت آشنا خواهـید شـد و افـتخار می‌کنم که این من هستم که این مهم‌ترین قانون طـبیعت را به‌شما می‌آموزم. این قانون دوم ترمودینامیک است که اکنون آن را بر روی دیوار خواهم نوشت.

هیجان کلاس آن‌قدر بالا بود که استاد، به‌وجود آورندهٔ همین هیجان، تحت تاثیر آن قرار گرفت و واقعا چیزی نمانده بود به‌جای تختهٔ سـیاه روی دیـوار بنویسد.

این قانون را به‌صورت‌های گوناگون می‌توان بیان کـرد و بـرای آن تـعابیر و تعاریف مـختلف مـی‌توان ارائـه داد. بـیان صـحیح و دقـیق آن بـدون ورود به‌ریزه‌کاری‌های فنی، ممکن نیست.

نزد فیزیکدانان گفتار جالبی وجود دارد: «اگر حرف‌ها و نظریه‌ات با معادلات ماکسول هم‌خوان نیست بد به حال ماکسول، تئوری او را کـنار بگـذار. اگـر حرف‌هایت با بعضی آزمایش‌ها یا مشاهدات هم‌خوان نیست می‌توانی بگویی: «گاه اوقات دستگاه‌های اندازه‌گیری درست کار نمی‌کنند یا به حد کافی دقیق نیستند و آزمایش نهایی و اثبات کننده می‌تواند در راه باشد» اما، وای به حالت اگر نظریه‌ات در تضاد با «قانون دوم ترمودینامیک» قرار گرفته باشد، سخنت را به اولین سطل زباله پرتاب کن پیش از آن که خودت را با تحقیر و تمسخر به زباله‌دان بیندازند».

ترمودینامیک کلاسیک بر مبنای چهار قانون تجربی بنا گردیده است که تاکنون هیچ‌گونه استثنایی بر آن‌ها دیده نشده است. در این چهار قانون صحبتی از مفاهیم ملکولی نمی‌شود. در واقع ترمودینامیک ذره‌ای یا ملکولی بر مبنای قوانین آماری قرار گرفته است.

قانون صفر:

> اگر اجسام A و B به‌طور مستقل با جسم C در حالت تعادل حرارتی باشند، در آن صورت اجسام A و B با یکدیگر در حال تعادل حرارتی هستند.

قانون اول:

> انرژی داخلی سیستم‌های کاملا بسته در طول زمان تغییر نخواهد کرد.

قانون دوم:

> تحولات طبیعی هرگز دقیقا در جهت عکس رخ نخواهد داد. هنگامی که تحولات در سیستم‌های بسته رخ می‌دهند باعث ازدیاد آنتروپی سیستم می‌گردد.

قانون سوم:

> تغییرات آنتروپی، در فعل و انفعالاتی که در کریستال‌های کامل و در درجه حرارت صفر انجام می‌شود، صفر است.

این قوانین از طبیعتی بسیار کلی برخوردارند. قوانین اول و دوم ترمودینامیک در قرن نوزدهم و قانون سوم در قرن بیستم فرموله شده است. قانون صفر همین اواخر معرفی گردید، چه، قبلا آن را بدیهی تصور می‌کردند. فرموله شدن این قوانین و موارد استعمال آن‌ها در کلیهٔ کتاب‌های تخصصی ترمودینامیک دیده می‌شود. در بین این قوانین آن‌که از اهمیت ویژه برخوردار است قانون دوم است.

یک بیان ساده این قانون چنین است: «در این جهان محال است بتوان

ماشینی ساخت یا سیستمی را تصور کرد که بازده آن صددرصد باشد. این امر ارتباطی به‌بازدارندگان مختلف از قبیل اصطکاک ندارد و از خـواص درونـی سیستم یا به‌عبارت بهتر از خواص درونی جهان است». این تعریفِ هرچـند ناقص، تا حدودی نمایان‌گر اهمیت قضیه است.

ماشین‌ها و به‌طور کلی سیستم‌ها باید بین دو منبع (در این‌جا دو منبع حرارتی) یکی گرم و یکی سرد واقع شوند تا قادر به‌انجام کار باشند و جریان حرارت از منبع گرم به‌منبع سرد باعث انجام کار می‌شود. در واقع نه تنها تبدیل تـمام «انرژی» جاری به «کار» غیرممکن است بل‌که بخش اعظم انرژی به‌داخل منبع سرد تخلیه می‌شود.

در جهانی که اصل دوم ترمودینامیک در آن صادق است یک عامل قاطع و تعیین کننده وجود دارد که در علم به‌آنتروپی معروف است. آنتروپی را با زبان بسیار ساده می‌توان به‌صورت «عکس استعداد انجام کار» تعریف کرد به‌این ترتیب که هرقدر آنتروپی یک سیستم کم‌تر باشد استعداد انجام کار آن سیستم بیش‌تر است و بالعکس.

در این‌جا به‌شیوه‌ای فرضی قسمتی از جهان را از بقیهٔ جهان جدا می‌کنیم و آن را سیستم می‌خوانیم (حال تا چه اندازه اجـازهٔ چـنین فـرضی را داریـم خـود داستان جداگانه‌ای دارد) فرض کنیم که این سیستم یک آبشار و دریاچهٔ زیر آن باشد.

قابل توجه است که چون بالادست جریان (رودخـانه) و پـایین‌دست جـریان (دریاچه) در داخل سیستم نیستند از نظر ما وجود ندارند (تعریف سیستم) در بالای آبشار، آب دارای استعداد زیادی برای انجام کار یا «ریزش» است ولی این آب در پایین دست جریان، دیگر استعداد انجام کار ندارد. مـی‌توان یک مولد برق سر راه آب قرار داد و از آب برق گرفت.

بنا به‌تعریف، چون آنتروپی عکس استعداد انجام کار است، در بـالای آبشـار آنتروپی می‌نی‌مم و در پایین، آنتروپی ماکزی‌مم خواهد بود. به‌عبارت دیگر در

ازدیاد آنتروپی مقادیری کار مفید به‌دست می‌آید. بیان علمی مطلب اخیر تعریف دیگری از قانون دوم ترمودینامیک به‌دست می‌دهد.

به‌طور کلی تحولات طبیعی در جهت ازدیاد «بی‌نظمی» یا در جهت ازدیاد آنتروپی است. مثلا هنگامی که یک حبه قند را داخل چای داغ می‌اندازیم، پس از مدتی قند شکل خود را از دست داده به‌تدریج وا می‌رود و تبدیل به پودر یا خاکه قند می‌شود. سپس بخشی از آن در مایع حل می‌شود و بخش دیگری به‌صورت پودر باقی می‌ماند. آیا می‌توان تحول برعکسی را مجسم کرد که به‌داخل چای داغ، خاکه قند بریزیم و پس از مدتی حبه‌قند از داخل چای به‌دست آوریم؟ کل حرکت نیمه جهان ما به‌سوی «بی‌نظمی» بیش‌تر است. چرا نیمه جهان؟ جهان انبساطی کنونی ما نصف جهانی است که تاکنون شناخته‌ایم.

در فیزیک حرارت، آنتروپی به‌صورت رابطه‌ای بین «حرارت» و «درجهٔ حرارت» سیستم بیان می‌گردد که می‌توان آن را رابطهٔ بین «بود» و «نمود» سیستم نامید. در واقع خاصیت اصلی آنتروپی این است که ما را به‌درک «بودن» طبیعت از طریق مشاهدهٔ «شدن» آن کمک می‌کند.

واحد آنتروپی کالری بر درجهٔ حرارت است و تعریف دقیق آن که از عمده‌ترین دلمشغولی‌های بخشی از علوم است در عمل جز با کمک ریاضیات پیش‌رفته میسر نیست.

کارهای کارنو پایهٔ تعریف «درجه حرارت مطلق ترمودینامیکی» قرار گرفت. بازده کارنو به صورت $e = 1 - T2 / T1$ است. در این رابطه e بازده ماشین و T1 درجه حرارت منبع گرم و T2 درجه حرارت منبع سرد یعنی درجات حرارت مطلق ورودی و خروجی است. می‌توان نشان داد که بازده هر ماشینی که بین این دو منبع حرارتی کار کند کم‌تر از بازده کارنو است. یعنی بازده کارنو حد بالای بازده ماشین‌های واقعی را مشخص می‌کند. به‌این ترتیب برای بالا بردن بازده هر ماشین ضروری است که به‌درجهٔ حرارت منبع گرم افزود یا از

درجهٔ حرارت منبع سرد کاست.

درجه حرارت منبع گرم بستگی به‌مقدار انرژی مصرفی دارد که محدود به‌مسائل کم‌بود انرژی است. درجهٔ حرارت منبع سرد به‌محیط تخلیهٔ گازهای خروجی، اتمسفر، یا عوامل سردکننده مثل برج خنک‌کننده، بستگی دارد. حداکثر بازده کارنو موقعی است که T2 / T1 به‌سمت صفر میل کند و این هنگامی امکان‌پذیر است که یا درجه حرارت ورودی T1 «بی‌نهایت» باشد که عملا امکان‌ناپذیر است یا درجه حرارت منبع سرد T2 با مقیاس کلوین صفر شود که عملا برابر با ۲۷۳/۱۵- درجه سانتی‌گراد است.

این درجه حرارت صفر مطلق نامیده می‌شود. به‌این ترتیب رابطهٔ کارنو درصورتی دارای بازده واحد (صد درصد) خواهد شد که منبع سرد دارای درجه حرارت صفر مطلق باشد. تنها چنین ماشینی است که می‌تواند تمامی حرارت ورودی را به‌کار تبدیل کند.

درجات حرارت بسیار پایین، اما نه صفر مطلق، دست یافتنی هستند. اندازه‌گیری درجهٔ حرارت «فضای خالی» یا فضای بین کهکشان‌ها در حدود ۲۷۰- درجه سانتی‌گراد را نشان می‌دهد. دانش‌مندان در آزمایشگاه‌ها با شیوه‌های مختلف قادر به‌ایجاد سرماهای پایین‌تر، در حدود ۲۷۲- درجه سانتی‌گراد شده‌اند اما تمامی تلاش‌های تجربی برای رسیدن به‌صفر مطلق عملا با شکست مواجه شده است.

بهترین شیوهٔ سرد کردن محیط از هلیوم مایع شروع می‌کند که دارای درجه حرارت بحرانی ۴/۲ درجه کلوین است. اگر به‌سرعت بخار آن را پمپ کنیم به‌درجه حرارت بسیار پایین‌تر می‌توان دست پیدا کرد.

در درجات حرارت بسیار پایین در داخل ماده اتفاقات غریبی رخ می‌دهد که مکانیک کلاسیک قادر به‌بررسی آن‌ها نیست. در نزدیکی این درجه حرارت تعداد بسیار زیادی از خواص جدید ماده ظهور می‌کند به‌طوری که شاخهٔ جدیدی از علم فیزیک به‌نام کرایوجنیکس (Cryogenics) برای بررسی

خواص ماده در این درجه حرارت به‌وجود آمده است.
به‌طور کلی می‌توان گفت در این درجه حرارت، ماده به‌صورت مالوف نمی‌تواند وجود داشته باشد. در عمل نیز برای سرد کردن محیط مشکلات بسیاری وجود دارد و کارهای تجربی در نزدیکی این درجه حرارت به‌طرزی خارق‌العاده مشکل می‌شود به‌طوری که دانش‌مندان زیادی معتقد شده‌اند امکان دست‌یابی به‌چنین درجه حرارتی در آزمایشگاه وجود ندارد.
در ترمودینامیک مشاهده می‌شود که آنتروپی هر سیستم بسته، به‌طور دائما فزاینده در حال افزایش است و محال است بتوان تحولی داشت که در طی آن آنتروپی سیستم تنزل کرده یا ثابت بماند، که این خود تعریف دیگری از قانون دوم ترمودینامیک است. معنای سادهٔ این کلام بسیار بدیهی می‌نماید. جهان دائمادر حال انجام کار و در نتیجه در حال از دست دادن استعداد انجام کار است. جهان بی‌نظم است و به سوی بی‌نظمی بیش‌تر می‌شتابد.
منحنی آنتروپی در جهان کنونی دائما صعودی است. در جهانی که آنتروپی آن دائما فزاینده است، هرچه به‌عقب برگردیم آنتروپی کم‌تر می‌شود و در این صورت ما به‌آنتروپی صفر خواهیم رسید. یعنی دنیا عملا از حالت «استعداد انجام کار بی‌نهایت» شروع کرده است. این به حدوث جهان از انفجار بزرگ دلالت می‌کند. البته همیشه این علاقه وجود داشته که بپرسیم قبل از انفجار بزرگ و پیش از آتش‌گوی نخستین، دنیا در چه حال بوده است.
فیزیک‌دان نوین، با تناقض «حدوث جهان قدیم» یا «قدمت جهان حادث» روبه‌روست. تناقض مذکور جز با وجود جهان دوره‌ای یا متناوب قابل بررسی نیست. نشانهٔ فیلسوفانهٔ جهان متناوب، نهادهای فکری جوامع علمی را به‌کلی تحت تاثیر قرار داد.
ازدیاد آنتروپی سرچشمهٔ لایزال سوآلات گوناگون است. سوآلات اساسی که طرح آن‌ها از اهمیتی خارق‌العاده برخوردار است. در حوالی انفجار بزرگ اوضاع آنتروپی چه‌گونه است؟ در نقطهٔ پایان انبساط جهان، آنتروپی چه وضع و چه

مقداری دارد؟
محور زمان پس از پایان انبساط جهان چه‌گونه است؟ آیا ما اجازه داریم که این محور را باز هم ادامه دهیم؟ آیا در آینده چیزی به‌نام «زمان» وجود خواهد داشت؟ آیا برای ما که به‌مرگ خود یعنی به‌مرز وجود تعریف شدهٔ خود به‌عنوان مجموعهٔ ملکول‌ها (با متلاشی شدن این ملکول‌ها) رسیده‌ایم و مغزمان دیگر وجود ندارد تا فعالیت فکری انجام دهد رخصت اضافه کردن کلامی دیگر باقی است؟
سوآل‌های دیگر مربوط به نقطهٔ شروع محور زمان است. می‌دانیم که ساعت‌های ما از انفجار بزرگ به‌بعد شروع به‌کار کرده‌اند. آیا مفهوم «قبل از انفجار بزرگ» یک مفهوم صحیح است؟ شروع زمان از یک نقطهٔ معین به‌چه معناست؟ آیا اصولاآن‌جا پرتگاه جهانی مغز نسبی ماست؟
آیا می‌توانیم سیکل‌های دیگری به‌چنین جهانی اضافه نموده به‌آن مفهومی ممتد بدهیم؟ اصولا کشیدن محوری به‌نام محور زمان در این جهان، جهانی که در آن چیز مجردی به‌نام زمان وجود ندارد صحیح است؟ اگر برای محور افقی، زمان را با مفهوم متداول آن انتخاب نکنیم چه چیز دیگری را می‌توانیم انتخاب کنیم؟
سوآل‌های دیگر درمورد محور آنتروپی، نقاط اولیه و انتهائی آن و شکل کلی این محور است. آیا اصولا چیزی به‌نام آنتروپی صفر و آنتروپی بی‌نهایت وجود دارد؟ آیا اصولا محور آنتروپی را می‌توان به‌صورت یک خط سادهٔ اقلیدسی نشان داد؟ و اگر خط راست نیست پس چیست؟
به‌طور کلی از نظرگاه فیزیک حرارت می‌توان به‌سوآلاتی مثل جهان قدیم و جهان حادث دوباره‌نگری کرد. در دنیای قدیم محورهای مختصات پیش‌گفته یکدیگر را قطع می‌کنند و هیچ‌کدام از صفر شروع نمی‌شوند. منحنی آنتروپی نیز محور زمان را قطع می‌کند (جای آن مهم نیست). قبل از تقاطع، استعداد انجام کار منفی می‌شود به‌طوری که عملا منحنی باید پاره شود و سیر پیوستهٔ

زمان، ما را به امروز نَرِسانَد.

از این روست که بودن در امروز، به‌ما اجازه می‌دهد بگوییم جهان کنونی ما حادث است. حدوث جهان از سرچشمهٔ آن یعنی آتش‌گوی نخستین بوده که عملا مرز دانش ما به‌شمار می‌آید به‌طوری که محال است بتوان تلسکوپی ساخت که قبل از انفجار بزرگ را ببیند و ساختن تلسکوپی با قدرت دید ۱۴ میلیارد سال، حد نهائی توان فنی بشر محسوب می‌شود. قابل ذکر است که بشر هم‌اکنون بسیار نزدیک به‌این حد قرار گرفته و مشغول به‌ساختن تلسکوپی با قدرت ۱۴ میلیارد سال شده است.

در پاسخ به‌سوآلات مربوط به‌مقاطع شروع و پایان جهان پیش‌نهادهای مختلف طرح می‌شود. البته توجه داریم که بسیار محتمل است فیزیک‌دان قرینه یا فیزیک‌دان جهان انقباضی، عکس این مطلب را بگوید و برای او آنتروپی سیستم‌های بسته، دائما نقصان کند.

آن‌چه در حال حاضر به‌طور قطع بیان می‌شود، دو نکته است:

۱ – سیر صعودی دائما فزایندهٔ آنتروپی در جهان منبسط شوندهٔ کنونی.

۲ – درجه حرارت صفر مطلق (۲۷۳/۱۵– درجهٔ سانتی‌گراد) که به‌عنوان مرز قطعی حرارتی بشر بوده به‌این جهت صحبت از ۲۷۴– درجهٔ سانتی‌گراد را خیال‌پردازانه می‌نمایاند.

گفتیم که در دورهٔ کنونی یعنی از انفجار بزرگ تا توقف انبساط، آنتروپی سیستم‌های بسته دائما فزاینده است. آیا می‌توان جهانی را به‌تصور درآورد که اصل دوم ترمودینامیک درآن صدق نکرده یا به‌صورت دیگری مطرح باشد؟ و آیا زندگی ما که درمرحلهٔ انبساطی شروع شده دارای خواصی هست که در مرحلهٔ انقباضی نیز به‌وجود آید؟

در حال حاضر هر قدر تلسکوپ‌ها و میکروسکپ‌ها را بهتر می‌کنیم به هیچ حدی نمی‌رسیم. حدود تقریبی فعلی جهان، وسعت چهارده میلیارد سالی

جهان بزرگ و حضور کوارک و بوزون هیگز (که اشتباها به ذره خدا معروف شده) در جهان کوچک است. برای قطعیت اما، ضروری است که در یکی از دو جهان کوچک یا بزرگ به دیوار برسیم.

تاکنون در هیچ یک از دو جهان میکروسکپی و تلسکوپی به‌هیچ حد قطعی نرسیده‌ایم. برعکس، در هر دو جهان تاکنون مسالهٔ ساختن ابزارهـای بـهتر برای گسترش دید بیش‌تر مطرح بوده است.

بی‌نهایت

ریاضیات کنونی مـا مـقادیر قـابل تـوجهی در مـورد بـی‌نهایت کـوچک‌ها و بی‌نهایت بزرگ‌ها می‌داند. مـا بـین دو جـهان «ریـز نگـر» و «بـزرگ نگـر» محصوریم. اولی را میکرو یا میکروسکپی هم نامیده‌اند، دومی را ماکروسکپی یا تلسکوپی هم می‌خوانند. سوآل «بی‌نهایت» در هر دو جهان مطرح شـده جواب‌هایی نیز دریافت کرده است.

در سال‌های نخستین تحصیل، کلمهٔ بی‌نهایت، احساسی شگرف القاء می‌کند به‌طوری که بعدها با این مفهوم به‌صورت موجودی با ابـعاد فـیزیکی بسـیار بزرگ برخورد می‌کنیم، درحالی که ریـاضیات مـا بـه‌گـونه‌ای کـاملا مـتفاوت به‌تفسیر مفهوم بـی‌نهایت مـی‌پردازد. آن چـیست کـه مـا بـه آن بـی‌نهایت می‌گوییم؟

فرض کنیم در داخل یک سیستم بسته، تـعداد مشـخص و تـعریف شـده‌ای درخت و یک دستگاه اختراع علامات (حروف الفباء به‌عنوان مـثال) مـوجود باشد که با دیدن یک درخت جدید بتواند علامتی جدید اختراع کند. البته باید فرض کنیم که اعداد و ریاضیات ما به‌داخل این سیستم راهـی نـدارد. حـال شروع به‌شمارش درختان کرده برای هر درخت یک علامت اختراع می‌کنیم، درنتیجه هنگامی که به‌انتهای درخـتان رسـیدیم بـه‌انـتهای عـلامت‌ها هـم رسیده‌ایم.

در این لحظه، ما دارای دو مجموعهٔ مقایسه شدهٔ درختان و علامات هستیم. آیا بی‌نهایت این‌جاست؟ جواب این سوآل منفی است، چیز دیگری این‌جاست که شاید بهتر بود اسم آن‌را «بانهایت» می‌گذاشتیم. در واقع جواب این سوآل مستقل از تعداد و جنس درختان مجموعه است، یعنی با هر تعداد از درخت، خانه، انسان، کشور یا قاره، همواره به‌همین جواب می‌رسیم.

اگر پیش از رسیدن به‌انتهای درختان، دستگاه علامت‌ساز به‌عللی از کار می‌افتاد، ما با مجموعهٔ معینی از علامات و یک مجموعهٔ بی‌نهایت درخت سروکار داشتیم و این مستقل از تعداد درختان مجموعه است یعنی مجموعه‌ای با سه درخت (فراموش نشود که عددنویسی بلد نیستیم) به‌شرط آن‌که قادر به‌شمارش فقط دو درخت آن باشیم مجموعه‌ای بی‌نهایت است. بی‌نهایت در واقع از حدود اندازه‌گیری ما خارج است.

در ریاضیات کنونی می‌توان نشان داد که هر سیستم را هر طوری ببندیم زندان حداقل یک بی‌نهایت (با نهایت؟) می‌شود.

برای شناسایی بی‌نهایت، باید ابزاری را که برای این شناسایی به‌کار می‌گیریم بشناسیم. یکی از اجداد ما که هیچ‌گونه ریاضیات جز مقایسهٔ یک‌به‌یک نمی‌دانست، مقادیری گردو به‌دست آورد و برای این که قادر به‌دانستن کمیت آن باشد با مقایسهٔ یک‌به‌یک با انگشتان دست‌هایش سیستم عددنویسی امروزی را بر مبنای ده‌دهی پایه‌ریزی کرد.

این تنها سیستمی نیست که می‌تواند حکم‌فرما باشد، این را سیستم «طبیعی» می‌نامیم زیرا که «ما» ۱۰ انگشت داریم. سیستم‌های هشت‌تایی، شانزده‌تایی، و شصت‌تایی نیز هستند که می‌توانند منظور ما را برای شمارش برآورده سازند. اگر ما اساس مقایسات خود را به‌جای انگشتان دست، خود دستان یا چشمان خود یعنی عدد «۲» قرار می‌دادیم به سیستم دوتایی یا binary که اساس محاسبات کامپیوترهای امروزی است می‌رسیدیم.

در سیستم شمارش اعداد (و نه علائم) عمل جمع ۱+ برای ادامهٔ سیستم

ضروری است، در این صورت اعداد به‌صورت زیر به‌وجود می‌آیند:

۱

۱+۱=۲

۲+۱=۳

۸+۱=۹

۹+۱=۱۰

۱۰+۱=۱۱

حال به‌جای ماشین اختراع علامات، ماشین جمع «به‌علاوهٔ یک» را به‌داخل سیستم شمارش درختان می‌بریم و جلو هر درخت یک عدد قرار می‌دهیم تا این‌که به‌انتهای درختان می‌رسیم. آیا بی‌نهایت این‌جاست؟

مسلما نه، اگرچه در شمارش به‌انتهای درختان رسیده‌ایم ولی به‌انتهای اعداد نرسیده‌ایم. از آن‌جا که عمل جمع ۱+ را در داخل سیستم داریم حتا اگر پیش از رسیدن به‌انتهای درختان، عمل جمع و عددسازی را متوقف می‌کردیم بازهم می‌دانستیم که تعداد درختان بی‌نهایت نیست، زیرا همواره عددی به‌نام «عدد آخر به‌علاوهٔ یک» موجود است.

توجه داریم که این‌جا از عدد آخری به‌علاوهٔ ۲ صحبت نمی‌کنیم زیرا این کار در داخل سیستم تعریف نشده. ولی همان «به‌علاوهٔ یک» که جزو تعریف سیستم است به‌حد کافی مخرب افکار است زیرا ما به‌خاطر علاقه و عادت به «ادامه»، محدودیتی برای ماشین «به‌علاوهٔ یک» قائل نمی‌شویم و همین بی‌توجهی، در همان قدم اول، ریاضیات ما را آلوده به‌مفهوم بی‌نهایت می‌کند. مفهومی غیر واقعی و غیر ضروری که در بسیاری موارد باعث گم‌راهی اندیشه شده است. همینجا اضافه کنم که برخی فلاسفه این «ادامه» را «استقراء» خوانده‌اند.

برای این که از این وضع خلاصی پیدا کنیم، مجبوریم یک «ترمز» نیز با خود به‌داخل سیستم ببریم که هرگاه به‌انتهای درختان رسیدیم این ترمز روی ماشین جمع اثر کرده آن را از کار بیندازد. ولی آیا حاصل عمل این نخواهد بود که ما مجددا اعداد خود را به علائم تبدیل کرده‌ایم؟

حال بیاییم یک سیستم باز را درنظر بگیریم. سیستمی که در آن علائم تمام نمی‌شود. اگر علائم تمام نشوند کدام کمیت فیزیکی است که در مقایسهٔ یک‌به‌یک به‌انتها نرسد؟ در این‌جا فقط مسالهٔ یافتن یک بی‌نهایت بزرگ‌تر یا به‌بیان علمی یک بی‌نهایت از درجهٔ بالاتر مطرح می‌شود که فرض «بی‌نهایت» بودن کمیت مورد شماره را در مقایسه از بین ببرد. فرض کنیم که این بار می‌خواهیم به‌جای درختان، خود اعداد صحیح و مثبت را بشماریم:

... و ۵ و ۴ و ۳ و ۲ و ۱

طبیعی است که اگراز درختان به‌عنوان علائم استفاده کنیم، با یک بی‌نهایت سروکار خواهیم داشت، ولی چه می‌شود اگر از مجموعهٔ اعداد اعشاری برای این کار استفاده کنیم؟

.. و۳/۰ و.. و۲/۱ و۲/۰ و.. و۱/۱ و۱/۰ و.. و۰/۲ و۰/۱ و.. و۰/۰۱ و.. و۰/۰

در مقایسهٔ یک‌به‌یک مجموعه‌های فوق دیده می‌شود که مجموعهٔ اعداد اعشاری دارای عناصر بیش‌تری بوده و بیش از مجموعهٔ اعداد صحیح و مثبت، شایستهٔ نام «بی‌نهایت» است.

باید توجه داشت کاربرد لفظ بی‌نهایت، با آن جذبهٔ خاص، کار ما را به‌گم‌راهی نکشاند. اگر در مقابل هر «شمردنی» که در جهان وجود دارد یک عدد صحیح قرار دهیم و همهٔ جهان کهکشانی را به کوچکی ذرات داخلی اتم کرده بشماریم به‌عدد «لاغر» $۱۰^{۸۰}$ می‌رسیم (هشتاد صفر جلو عدد یک) و این شاید بزرگ‌ترین شمارشی است که ما با آن سروکار خواهیم داشت. بنابراین اندیشیدن به‌ماوراء آن در حقیقت ما را از جهان فیزیک به «ناجهان» متافیزیک خواهد برد.

ریاضیات بی‌نهایت که شاخهٔ شورانگیزی از ریاضیات نوین است به‌صورتی جدی مورد علاقهٔ بعضی ریاضی‌دانان و از جمله ژرژ کانتور بوده و مشحون از این بررسی‌هاست. در این ریاضیات می‌توان نشان داد که رسته‌های مجموعه‌های بزرگ (بی‌نهایت؟) می‌تواند بسیار بزرگ شود به‌طوری که ریاضیات خاص کنونی ما می‌تواند بی‌نهایت نوع بی‌نهایت را دربرگیرد.

در سیستم باز، بی‌نهایت، با تعریفی که از آن به‌صورت کمیت خارج از حدود اندازه‌گیری‌ها به‌دست دادیم وجود نداشته و نمی‌تواند وجود داشته باشد. به‌بیان دیگر، در سیستم بسته می‌توانیم دارای بی‌نهایت باشیم ولی در سیستم باز بی‌نهایت وجود ندارد. تعمیم این نتیجه روی جهان کنونی، ما را به‌نتیجهٔ جالبی رەنمون می‌شود. اگر مرزها و حلقه‌های (Loop) جهان کنونی محدود و محصور در حلقهٔ متحرک نهائیِ «آتش‌گوی نخستین، انفجار بزرگ، پایان انبساط، پایان انقباض، حفرهٔ سیاه، حفرهٔ سفید، آتش‌گوی نخستین» باشد، دارای بی‌نهایت خواهیم بود، در غیر این صورت بی‌نهایتی در کار نیست.

این نشان می‌دهد جهانی که دارای آغاز و پایان است و یک حلقهٔ کامل در آن برقرار نیست، دارای بی‌نهایت نیست ولی جهانی که دارای آغاز و پایان نیست و حلقهٔ کامل دارد، دارای بی‌نهایت است. نتیجهٔ عجیب، «مادی» ولی واقعی. تنها نتیجه‌ای که قابل تعمیم در جهان واقعیات است. در یک کلام گفته‌ایم «داشتن بی‌نهایت مستلزم نداشتن بی‌نهایت است!»

این بی‌نهایت فقط می‌تواند به تکرار بی‌نهایت آتش‌گوی نخستین – انفجار بزرگ دلالت کند.

سرچشمهٔ این اشکالات وجود نسبی خود ماست. ما می‌خواهیم با مغز و ابزارهای نسبی مسالهٔ بی‌نهایت را بررسی کنیم و طبیعی است که عملا کار متوقف می‌شود.

اشکالات زمانی به‌اوج خود می‌رسد که سوای منطق، در ریاضیات نیز به‌خطا رفته باشیم. در واقع درست‌تر آن که به‌جای بحث دربارهٔ «بی‌نهایت» به‌صورت

مطلق آن، به‌بحث دربارهٔ «بی‌نهایت‌های موضعی» بپردازیم. به‌عنوان مثال می‌توانیم نشان دهیم که اگرچه سیستم اعداد صحیح و مثبت به یک بی‌نهایت موضعی منجر می‌شود، ولی این بی‌نهایت موضعی کوچک‌تر از بعضی بی‌نهایت‌های موضعی دیگر، برابر با بعضی از بی‌نهایت‌های موضعی دیگر و بزرگ‌تر از برخی بی‌نهایت‌های موضعی دیگر است.

آیا مجموعهٔ این بحث به هرج و مرج نمی‌انجامد؟ وجود یک چنین آشفتگی که در نیمه جهان کنونی حکم‌فرماست به‌طور طبیعی برهمه جا و از جمله بردانش‌های ما نیز سایه گسترده است.

البته این آشفتگی قابل فهم و زیباست. کاربرد اصل عدم قطعیت در تمامی میدان‌ها وجود جهان نامنظم را نشان می‌دهد. در یک کلام، جهان اگر برای ما نامنظم نبود بسیار عجیب می‌نمود.

من

در جهان بی‌نظم آشفته، آسودگی دل و آرامش جان نیز نباید وجود داشته باشد. اما ما ناگزیر شدیم در «صدا» زیستن، اندیشیدن، کارکردن و خفتن را بیاموزیم. در واقع اگر نظم آن است که جهان با الگوریتم‌ها یا زیرروال‌های (Subroutines) ما کار کند، از آن‌جا که ما نسبی هستیم و زیرروال‌های ما کارآیی لازم را ندارد، جهان زیر بار ما نرفته نامنظم جلوه‌گر خواهد شد.

بیاییم برای آرامش دل‌هامان، ببینیم چرا از اصل و برای اولین بار خیال کردیم جهان منظم است. نخستین بشر راهی نداشت مگر این‌که از «من» شروع کند، «من» را محافظت کند، به «من» غذا برساند و ... و خلاصه «من» را در همه جا و در هر زمان رعایت کند. پس از مدتی پی برد که برای بهتر رسیدن به «من» باید طبیعت اطرافش را بهتر بشناسد و با آن ارتباط بهتری برقرار کند. از آن‌جا که او قدرت خروج از «من» را نداشت، طبیعت اطراف را به «من» ضمیمه کرد و «من» بزرگ‌تری ساخت، پس، «من» تبدیل شد به‌مرکز دنیا،

دنیایی که شعاع آن «من» یا برد ذهن «من» بـود، ایـن دنـیا کـه بـه‌صورت حادثه‌ای برای «من» پیش آمده بود بـرای «مـن» یک سـیستم بسـته بـود. بدیهی است به‌شرط آن‌که بتوان ناظر خارجی سیستم بسته بود و سیستم را از بیرون و از بالا زیر نظر داشت، می‌توان همه چیز را منظم دید.

چه چیز بهتر از این که زمین مرکز دنیا باشد، خورشید به‌دور آن بگردد و نور و غذا و سوخت ببخشد، و هدف همهٔ این جهان منظم و زیبا این باشد که «من» اشرف مخلوقات، در این جهان زندگی کنم تا ابر و باد و مه و خورشید و فلک در کار باشند که «من» (و نه تو) نانی به‌کف آرم و به‌وقت‌گذرانی‌هایم مشغول باشم؟

و البته که در این دنیا پاداش و عقوبتی هم هست برای کسـانی کـه بـهتر و بیش‌تر در اختیار «من» قرار می‌گیرند یا بدتر و کم‌تر «من» را مرکز و شـعاع دنیا می‌شناسند. ادامهٔ این وضع اما، به‌کجا می‌رسد؟

به‌جایی که آگاهی‌های ذخیره شده در «من» آن‌قدر زیاد می‌شود که ناگهان روزی تبدیل به‌موجود زنـده‌ای شـده از داخـل لولهٔ آزمـایش «مـن» بـیرون می‌جهد. مثال این را به‌صورت انرژی ذخـیره شـده در اولیـن مـلکول زنـده می‌بینیم. در این جاست که کم‌کم مسالهٔ ستایش و تنقید از بین رفته و مسالهٔ فهم پیش می‌آید، زیرا در حد نهائی، ستایش همان ستایش «من» و تنقید نیز انتقاد از «او» است. اگر «من» به‌دنبال فهم مساله‌اش نرود دچار گرفتاری‌های عمدهٔ روزمره خواهد شد.

بیست سو آلی

کلیهٔ افکار، تخیلات، الهامات، علوم، هنرها و ... زائیدهٔ فعالیت مغز بشر است. امروزه کـه حـجم اطـلاعات ذخـیره شـده در تـمدن بشـری بـه‌حدود قـابل ملاحظه‌ای رسیده، مغز به‌عنوان مرکز فرماندهی اطلاعات از اهمیت ویژه‌ای برخوردار شده است. اگر روزگاری وظیفهٔ عمدهٔ مغز «حفظ» و «راه‌بری» تن

بود، امروزه وظیفهٔ عمدهٔ تن خدمت به‌مغز است. روزی خواهد رسید که تنها کار بدن، دادن سرویس مستقیم و منظم به‌مغز خواهد شد. در شیوهٔ عملکرد مغز و ساختار آن تحقیقات عمده‌ای انجام شده چند شاخهٔ جدید علـم مـثل «علم اطلاعات» و «هوش مصنوعی» به‌این بررسی اشتغال دارند.

در حال حاضر به‌نظر می‌رسد که مغز بشر قادر به‌فراگیری و ذخیرهٔ بـیش از $۱۰^{۱۸}$ تکه یا واحد (Bit) اطلاعاتی است. پس از اختراع کامپیوتر، اطلاعات ما دربارهٔ مغز افزایش یافت و شیوه‌های ماشینی برای مطالعهٔ آن به‌کار گرفته شد. دیده می‌شود که دربارهٔ هر بخش از اطلاعات مـی‌توان سـوآلی مـطرح کـرد به‌طوری که جواب آن سوآل آری یا نـه بـاشد. زنـجیره‌ای از ایـن سـوآلات می‌تواند کلیهٔ اطلاعات مربوط به‌پدیده را بیان کند.

فرض کنیم درجهٔ حرارت اتاق مورد سوآل است. با انجام یک رشته سوآل و جواب می‌توان به‌جواب مساله دست‌رسی پیدا کرد. مثلا می‌توانیم بپرسیم آیا درجهٔ حرارت بیش‌تر از ۱۰۰ درجهٔ سانتی‌گراد است؟

– نه.

آیا بیش‌تر از ۵۰ است؟

– نه.

آیا بیش‌تر از ۲۰ است؟

– بله.

آیا بیش‌تر از ۲۵ است؟

– نه.

آیا بیش‌تر از ۲۲ است؟

– نه.

آیا ۲۱ است؟

– بله.

مجموعهٔ یک «سوآل و جواب» یک واحد اطلاعاتی است.

برای پی بردن به‌حجم دانش‌های بشری و دریافتن این نکته که چه تعداد از سلول‌های مغزی برای فراگیری آن لازم است روش‌های متعددی متداول شده است، یکی از شیوه‌هایی که برطبق آن می‌توان کل اطلاعات موجود در تمدن بشری و ارتباط مغز را با این اطلاعات سنجید، کاربرد روش بالا و شمردن واحدهای اطلاعاتی موجود در تمدن است.

این روش در واقع بر مبنای تبدیل کمّی اطلاعات و شمارش کدهای الکترونیکی و کامپیوتری است که به‌آن تکه یا واحد اطلاعاتی می‌گویند. هر تکهٔ اطلاعاتی مجموعهٔ یک سوآل و جواب است که جواب آن الزاما «آری» یا «نه» باشد. اختراع این شیوهٔ برخورد با اطلاعات به‌ویژه به‌خاطر عملکرد خاص کامپیوترهای دیجیتال الکترونیک است. جریان برق در سیم (آری) یا عدم جریان برق در آن سیم (نه) می‌تواند واحد شمارش اطلاعات باشد. همچنین است روشن بودن چراغ (آری) یا خاموش بودن آن (نه). به‌این ترتیب تمامی مکالمات ما با کامپیوترهامان باید بتواند نهایتا به‌سوآلاتی با پاسخ‌های «آری» یا «نه» تجزیه شود.

در یک بازی بیست سوآلی، همان‌گونه که می‌دانیم یک نفر «مورد سوآل» را در نظر می‌گیرد و بازی‌کن طرف مقابل باید مجهول را به‌وسیلهٔ سوآلات ردیابی کند. سوآلات باید به‌گونه‌ای باشد که پاسخ‌های آری یا نه ایجاب کند و مجموع سوآلات بیست عدد است. حال بیاییم حساب کنیم چند تکهٔ اطلاعاتی در یک بازی بیست سوآلی نهفته است.

در این بازی سوآل کننده شروع به‌تقسیم جهان خود (یا سیستم بسته) به قسمت‌های مختلف خواهد کرد و قسمت‌های غیر مورد نظر را کنار خواهد گذاشت و این کار را تا جایی ادامه خواهد داد که مجهول مورد نظر را به‌دام اندازد. نخستین سوآل، جهان را به‌دو بخش تقسیم می‌کند. سوآل دوم یکی از دو قسمت را به‌دو بخش جدید تقسیم می‌کند و سوآل سوم باز هم باقی مانده

را به‌دو قسمت جدید تقسیم می‌کند.

باید دقت کرد که اولا در هر سوآل لازم نیست جهان به‌قطعات مساوی تقسیم شود و قطعات می‌توانند نامساوی باشند، ثانیا پس از سه سوآل جهان را (دست بالا) به‌هشت قسمت تقسیم کرده‌ایم که فقط یک قسمت مناسب و بقیه نامناسب‌اند.

در این‌جا در واقع ما کل جهان را به ۸ قسمت تقسیم کرده‌ایم.

$$۲×۲×۲=۲^{۳}=۸$$

در پایان بازی ۲۰ سوآلی عملا جهان به $۲^{۲۰}$ قسمت (نه لزومامساوی) تقسیم شده است.

$$\text{یک میلیون}=۱۰^{۶} \approx ۱۰۴۸۵۷۶=۲^{۲۰}$$

برای بازی‌کنان ماهر بازی بیست سوآلی، بردن این بازی هنگامی ممکن است که محل زیست آنان یک جامعهٔ متمدن با فقط $۱۰^{۶}$ واحد اطلاعاتی باشد. اما همان‌گونه که خواهیم دید، تمدن روی کرهٔ زمین تقریبا دارای $۱۰^{۱۴}$ واحد اطلاعاتی است. بنابراین یک بازی‌کن ماهر، بازی بیست سوآلی را $۱۰^{۶}$ بار از هر $۱۰^{۱۴}$ باری که بازی کند خواهد برد. یعنی یک‌بار در $۱۰^{۸}$ بازی، یعنی درهر صدمیلیون بار که این بازی انجام شود ما باید فقط یک برنده داشته باشیم.

علت این‌که در این بازی به‌مراتب بیش‌تر برنده می‌شوند این است که قوانین اضافه‌ای در این جا صدق می‌کند که هرچند نانوشته مانده اما به‌خوبی درک شده مورد اجرا قرار می‌گیرد. به‌عنوان مثال موضوع مورد سوآل باید در حیطهٔ دانش شخص سوآل کننده بوده حتی‌المقدور به‌شغل و زیست او ارتباط نزدیک داشته باشد. در این بازی هنوز دیده نشده که برای یک شکارچی، آناتومی بدن شکار و تاثیرات جراحت بر آن مورد سوآل قرار گیرد. برای او حداکثر انواع ابزارهای قتال یا راه‌های بهتر رسیدن به هدف مورد سوآل می‌شود. همان‌گونه که هنوز دیده نشده برای یک سیاست‌مدار شیوهٔ عملکرد عاطفه یا

مهر در مغز مورد سوآل قرار گیرد. از او نیز ابزارهای میز کارش را می‌پرسند.
در واقع چنین قانون نوشته نشده‌ای باعث می‌شود در حدود $۱۰^۶$ واحد اطلاعاتی از جهان مجزا شده و مورد کاوش و تدقیق سوآل کننده قرار بگیرد. از آن‌جا که آمار موفقیت در مسابقات ۲۰ سوآلی چیزی در حدود ۵۰ درصد را نشان می‌دهد می‌توان گفت که نزد بشر در حدود $۱۰^۶$ سلول به‌کار افتاده است. این البته یک معدل کلی بوده از قوانین احتمالات پیروی می‌کند. یعنی نمی‌توان در مورد انسان‌های خاص چیزی مشخص گفت. همان گونه که بیمه‌گر اتومبیل می‌تواند از روی نرخ تصادفات، قیمت بیمهٔ خود را برای هر نوع بیمهٔ خاص اعلام کند اما هرگز نمی‌تواند راجع به‌یک رانندهٔ خاص یا اتومبیل مشخص چیزی بگوید.
در هرحال $۱۰^۶$ واحد اطلاعاتی مقدار زیادی از اسرار درونی یک تمدن را فاش خواهد کرد. اخیرا کل مشارکت مدارک نوشته شده برای تمدن ما از زمان کلاسیک‌های یونان تاکنون را تخمین زده‌اند، انجام چنین تخمینی مشکل نیست فقط ببینیم تعداد واحدهای اطلاعاتی یک کلمهٔ معمولی چه‌قدر است.
برای این کار باید یک زبان انتخاب کنیم. بیاییم زبان انگلیسی را به‌عنوان زبان پایه برای این مطالعات بپذیریم زیرا که در این زبان امکانات عمده‌ای وجود دارد. مثلا کدهای کامپیوتری انگلیسی هستند، کدهای نجوم رادیویی نوین، انگلیسی هستند و در این زبان کتابخانه‌های نسبتا کاملی از تمامی فرهنگ‌های بشری موجود است که از این نظر شاید فقط زبان روسی قادر به‌رقابت با آن باشد. در یک کلمهٔ انگلیسی مجموعا چند واحد اطلاعاتی وجود دارد؟
در زبان انگلیسی ۲۶ حرف الفبا هست و فعلا فرض کنیم که شش علامت نقطه‌گذاری نیز در نوشتن انگلیسی دخالت می‌کند. پس جمعا ۲^5=۳۲ حرف و علامت در زبان انگلیسی به‌کار می‌رود. این چیزی شبیه به ۵ واحد اطلاعاتی برای هر حرف را نشان می‌دهد. اگر یک کلمهٔ معمولی انگلیسی از ۴ تا ۶ حرف

تشکیل شده باشد (باید توجه کرد که در انگلیسی اگر کلمهٔ ۶ حرفی بخواهد معدل باشد تعداد زیادی کلمهٔ فانتزی و نامانوس وارد می‌شود) در این صورت چیزی بین ۲۰ تا ۳۰ واحد اطلاعاتی برای هر کلمه باید در نظر گرفت.

یک کتاب متداول انگلیسی در هر صفحه حدود ۳۰۰ کلمه را در خود جا می‌دهد و خود نیز حدود ۳۰۰ صفحه است. چنین کتابی در حدود یک‌صد هزار کلمه خواهد بود.

$$۳۰۰ \times ۳۰۰ = ۹۰/۰۰۰ \approx ۱۰۰/۰۰۰ = ۱۰^{۵}$$

برای محاسبهٔ دست بالا بگوییم هر کلمه ۳۰ واحد اطلاعاتی است، پس هر کتاب در حدود سه میلیون واحد اطلاعاتی خواهد بود.

$$۳۰ \times ۱۰^{۵} = ۳ \times ۱۰^{۶}$$

بزرگ‌ترین کتابخانه‌های جهان مثل کتابخانهٔ موزهٔ انگلستان، بودلین آکسفورد، کتابخانهٔ عمومی نیویورک، کتابخانهٔ وایدنر هاروارد و کتابخانهٔ لنین مسکو چیزی در حدود ده میلیون جلد کتاب در خود جا داده‌اند، بنابراین جمعا به سی هزار میلیارد واحد اطلاعاتی خواهیم رسید.

$$۳ \times ۱۰^{۶} \times ۱۰ \times ۱۰^{۶} = ۳ \times ۱۰^{۱۳}$$

این کل اطلاعات نوشته شدهٔ بشری است. به این ترتیب محاسبات اطلاعاتی نشان می‌دهد که به طور متوسط هر کتاب حاوی سه میلیون واحد اطلاعاتی است یعنی یک کتابخانهٔ ده میلیون جلدی در بر گیرندهٔ سی تریلیون (میلیون میلیون) واحد اطلاعاتی است.

برای به‌دست آوردن واحدهای اطلاعاتی در تصاویر شیوه‌های دیگر را باید به‌کار گرفت که در هرحال تخمین‌ها ضخیم بوده و نتایجی تقریبی به‌بار می‌آورد.

آنالیز کامپیوتری تصاویر نشان می‌دهد یک عکس معمولی سیاه و سفید که به‌طرز بدی گرفته شده در حدود یک میلیون واحد اطلاعاتی در خود ذخیره کرده است، درحالی که یک کاریکاتور یا کارتون فقط $۱۰۰۰ = ۱۰^{۳}$ واحد

اطلاعاتی در خود دارد. از طرف دیگر یک عکس رنگی بسیار خوب و بزرگ یا یک نقاشی کامل ممکن است تا حدود یک میلیارد واحد اطلاعاتی در خود جا داده باشد.

عملا هر تصویر خوب هزار برابر نوشته‌های هم سطح خویش اطلاعات منتقل می‌کند و به این جهت اطلاعات بشری روز به روز بیش‌تر به سوی اطلاعات تصویری سوق پیدا می‌کند. اطلاعات تصویری روی تابلوهای نقاشی، عکس‌ها، کارتون، گرافیک کامپیوتری، فیلم‌های سینمایی، ویدیوئی، تحقیقاتی، آزمایش‌گاهی، صنعتی وجود دارد اما قضیه به همین جا ختم نمی‌شود و اطلاعات تصویری رسیده از آسمان در داخل انواع ابزارهای «بیننده»، گیرنده‌های اشعهٔ گاما و اشعهٔ ایکس، گیرنده‌های نوترینو و سایر ذرات که به صورت‌های مختلف مصور می‌شوند وجود دارد.

با در نظر گرفتن حجم کلیهٔ تصاویر موجود و البته با در نظر گرفتن این‌که عکاسی و فیلم‌برداری نسبت به‌نوشتن بسیار جوان‌تر است بیاییم تصور کنیم که اطلاعات ذخیره شده در عکس‌ها ده برابر اطلاعات ذخیره شده در کتاب‌هاست، به‌این ترتیب کل اطلاعات «تصویری و کلامی» بشر بالغ بر:

$$۳ \times ۱۰^{۱۳} + ۳۰ \times ۱۰^{۱۳} = ۳/۳ \times ۱۰^{۱۴}$$

واحد اطلاعاتی خواهد بود که آن‌را با تخمین دست بالا به‌سه برابر ارتقاء داده و $۱۰^{۱۵}$ واحد اطلاعاتی را برای کل اطلاعات جامعهٔ متمدن بشری روی کرهٔ زمین در نظر می‌گیریم.

البته اگر فقط یک پیام کوچک رادیویی از سایر ذی‌شعوران فضا به‌ما برسد می‌تواند شامل مقادیر عظیمی از اطلاعات جدید باشد و اثرات بزرگی روی جامعهٔ ما بگذارد و به‌شیوه‌ای بنیادی موجب تجدید نظر در بسیاری از مسائل پایه‌ای گردد. دریافت اطلاعات تمدنی که به عنوان مثال هزار برابر ما یعنی $۱۰^{۱۸}$ واحد اطلاعاتی در خود ذخیره کرده است می‌تواند ما را در طرفة‌العینی چند قرن جلو ببرد.

کل اطلاعات تمدن بشری شامل کمتر از $۱۰^{۱۵}$ واحد اطلاعاتی است، این فقط یک میلیون میلیارد واحد اطلاعاتی است و مغز بشر به‌مراتب بیش‌تر از فراگیری کل این اطلاعات گنجایش دارد، پس چرا هیچ‌کس مسلط و محیط بر تمام دانش‌های بشری نیست؟

یکی از تفاوت‌های انسان با سایر حیوانات در این است که انسان با اطلاعات بسیار کمی متولد می‌شود. یک بچه گربه از اوایل کودکی مقدار زیادی از اطلاعات گربه‌های بزرگ را در خود دارد زیرا او به حکم غرائز کار می‌کند، اما ارتباط افراد بشر با جهان بیش‌تر به‌صورت فراگیری و یادگیری است تا به‌صورت غرائز. ما با غرائز ارثی، اطلاعات بسیار اندکی را با خود به‌این جهان می‌آوریم و در این‌جا ناگزیر به‌فراگیری تمامی دانش‌ها هستیم.

بیاییم در نظر بگیریم که برای فراگیری هر واحد اطلاعاتی به‌طور متوسط یک ثانیه وقت لازم است. گاه اوقات در یک ثانیه ده‌ها واحد فرا گرفته می‌شود و گاه در ده‌ها ثانیه حتا یک واحد اطلاعاتی نیز نمی‌توان فراگرفت. همچنین درنظر بگیریم که انسان به‌طور متوسط صد سال عمر کرده تمامی این مدت را نیز صرف فراگیری کند. صد سال کار مداوم شبانه‌روزی و بدون هیچ‌گونه وقفه، در برگیرندهٔ سه میلیارد ثانیه می‌شود:

$$۱۰۰ \times ۳۶۵ \times ۲۴ \times ۶۰ \times ۶۰ = ۳ \times ۱۰^{۹} \text{ ثانیه}$$

که این یک‌ده‌هزارم اطلاعات نوشته شدهٔ بشری است. یعنی اگر کسی صد سال تمام به‌فراگیری (بدون خوردن، خوابیدن و ...) مشغول باشد، قادر خواهد بود از هر ده‌هزار کلمه دانش نوشته شده یک کلمه را فرا گیرد. تازه کل دانش به کنار که در آن صورت رقم به‌یک کلمه از هر یک میلیون کلمه می‌رسد.

مغز

مغز بشر در وجود بشر قرار داشته از ارگان‌های بیولوژیک زیست و تابع تکامل این بیولوژی است. نارسائی‌ها و کاستی‌های ما نشانه‌ای از نسبیت همهٔ وجود

ما از جمله مغز است.

در مورد نسبی بودن فعالیت مغز به‌مسائل متعدد تخصصی می‌توان اشاره کرد. در مغز بشر ساعتی تعبیه شده است که آهنگ تـمامی فـعالیت‌های بـدن را کنترل می‌کند. این ساعت تحت شرایط کمی غیر عـادی، نـزد خـدمهٔ پـرواز هواپیما به‌عنوان مثال، از کوک خارج شده برای کوک کردن مجدد آن به‌زمان و کوشش نیاز است. متاسفانه دیده می‌شود که این ساعت آن‌قـدرها هـم کـه روزهای نخستین تصور می‌شده دقیق نیست. از آن گذشته هیچ دو سـاعتی نزد افراد بشر هم‌آهنگ نیست و هر بشر ساعت خصوصی خـود را حـمل و زمان خصوصی خویش را تجربه می‌کند. در نتیجه ضربان قلب‌ها، ریتم‌های بیولوژیکی، نرخ تنفس و سایر عملکردهای بدن‌های ما باهم متفاوتند.

روان‌کاوان در وجود انسان به‌کاستی‌هایی برخورد کرده‌اند که به‌خوبی می‌تواند دلایل بیولوژیکی داشته باشد. روزی که بشر در جنگل‌ها برای شکار به‌دنبال پرندگان می‌دوید و پرواز شکار او را ناکام می‌گذاشت، یا روزی که شکارچـی تیزچنگالی سر در پی بشر گذاشته، دست بشر از پرواز و فرار به‌بعد سوم کوتاه بود، آرزوی پرواز به‌عنوان یک ضرورت در مغز بشر به‌وجود آمد. امروزه کـه تکامل، مسیر بشر را از جنگل جدا کرده است پرواز فقط آرزوی خفته‌ای است که به‌رویای کودکان درمی‌آید.

حال به‌مغز و حاصل عملکرد آن، «اندیشه» بنگریم. از یک سو مسلم است که مغز مظروف جهان است، زیرا ساختمان کلی جهان، در بـرگیرندهٔ مـا و مـغز ماست و این نه تنها به‌خاطر وسعت اندازه‌ها و زمان‌ها، که به‌خاطر تعداد ابعاد است. به‌نظر می‌رسد جهان ما بسیار پیچیده‌تر از جهان چهاربعدی است ولی در بهترین بررسی‌ها که ما تاکنون روی خود انجام داده‌ایم خود را موجودی سه بعدی شناخته‌ایم که به‌تازگی قادر به‌شناخت بعد چهارم گـردیده است. امـا از طرف دیگر مسلم است که این مغز ماست که جهان و هرچه را که در اوست به‌تصور ما در می‌آورد و خود عملا به صورت ظرف جهان عمل می‌کند.

بررسی توانائی‌ها و محدودیت‌های مغز بشر در شناخت مغز و بشر کمک عمده‌ای می‌کند. توانائی‌های مغز به‌جز انجام کلیهٔ کارهای روزمرهٔ بشری، رفع حوایج و کنترل اعضاء، در یک کلام خلاصه می‌شود: مغز می‌تواند به‌طور ارادی عمل کند و به‌تفکر بپردازد که حاصل این عملکرد «اندیشه» است.

اندیشه، یک مدل تشابهی یا Simulation Model از مسالهٔ مورد بررسی است که با کمک ابزارهای متداول مغز، از جمله تصاویر، کلمات و دریافته‌های حسی، در مغز بشر ساخته می‌شود. بشر در بازسازی موضوع مورد بررسی، به‌آزمایش داده‌های مختلف ورودی و بررسی نتایج خروجی آن می‌پردازد.

مغز بشر قادر به‌ساختن بهترین برنامه‌های کامپیوتری مدل تشابهی است و در نتیجه می‌تواند آینده‌نگری داشته باشد. در انجام کلیهٔ فعالیت‌های بشری، از جمله یک راه‌پیمایی ساده، گذاشتن هرقدم ایمن، نتیجهٔ بغرنج‌ترین فعالیت‌های بالاترین ارگان زیست یا همان مغز است.

در مورد محدودیت‌های مغز باید گفت که محدودیت اصلی مغز در ناسازگاری یا تکمیل نبودن همین مدل‌های تشابهی است. با وصف این‌که مغز بشر به‌مراتب از مجموع کلیهٔ کامپیوترهای جهان کنونی قوی‌تر و بزرگ‌تر است اما در مقایسه با خود جهان موجود بسیار کوچک و ضعیفی است. موجودی که در تقویم جهانی فقط چهل ثانیه از عمر تفکرش می‌گذرد.

فعالیت‌های مغزی دارای محدودیت خاص خود است. در برقراری ارتباط که از اهم کارهای مغز است، هنگامی که نویسنده‌ای به‌منظور نوشتن «گلابی» قلم به‌دست می‌گیرد، تا این منظور به‌مغز رسیده و تمام مراحل انتقال تا روی کاغذ و سایر مراحل بینابینی را طی کند و به‌دست خواننده برسد (از آن‌جا که در هر مرحله یک تغییر کوچک به‌وجود می‌آید) «سیب» به‌دست خواننده می‌رسد و از لحظه‌ای که خواننده سیب را می‌خواند تا وقتی که کار خود را با خواندن این مطالب تمام می‌کند، همه گونه تغییرات دانسته و ندانسته در آن داده و آخر سر «هلو» هضم می‌کند. پس باید بپرسیم مغز بشر دارای چه قدرتی نیست و

نمی‌تواند که باشد؟

مغز بشر قادر به تجسم «آن‌چه با آن مطلقا آشنایی ندارد» نیست. مثلا اگر به‌یک بشر تربیت نشده بگوئیم فضای خالی را مجسم کند، با احتمال زیاد انبار بزرگ خالی از گندم را مجسم خواهد کرد. انباری که سال‌ها برای خالی بودن آن افسوس خورده است. بیائیم به‌همان مغز نشان دهیم که آن انبار پر از هوا و باکتری و ... است و خلاصه شروع به‌تربیت بشر کنیم سپس از او راجع به‌فضای خالی بپرسیم. این‌بار او از فضای بین ستارگان صحبت خواهد کرد. اگر آگاهی او بالاتر رود و بداند که در آن‌جا نور هست و نور «دوگانهٔ» جرم و انرژی است و ... و باز از او در مورد فضای خالی سوآل کنیم خاموش خواهد ماند.

در این‌جا یک حقیقت فیزیکی نیز خودنمایی می‌کند. هنگامی که از فضای خالی صحبت می‌شود باید بلافاصله گفته شود که چه‌قدر خالی. زیرا کلمهٔ خالی به‌خودی خود دارای معنایی نیست. ولی اگر اصرار داشته باشیم این کلمه را دارای معنا بشناسیم باید بگوییم فضای خالی وجود ندارد و چون وجود ندارد ما قادر به‌تجسم آن نیستیم. مغز قادر به‌تجسم ناشناخته‌ها نیست.

در مدل‌های تشابهی دیده می‌شود که هر مدل (تفکر) به‌دو عامل اساسی ورودی و کارمایه یا Working Media نیازمند است تا حاصل عملکرد خود را به‌صورت خروجی در اختیار بگذارد. در هر مدل می‌توان از ورودی‌های فرضی یا آزمایشی استفاده کرد که نتیجهٔ آن خروجی‌های آزمایشی خواهد بود. اما هیچ مدلی بدون کارمایه ساخته نمی‌شود.

کارمایه در واقع اطلاع قبلی است که مدل از جهان اطراف یا سیستمی که برای شبیه‌سازی آن اقدام کرده‌است، دارد. بدون این اطلاع، مدل اساسا ایجاد نمی‌شود. برای تفکر، به حداقل آشنایی نیاز است، بدون جای پا قدمی نمی‌توان برداشت، برای قدم گذاشتن، پا و جای پا هردو ضروری هستند.

بشر در زندگی کوچک خود، عادت می‌کند که تولد خود را شروع و مرگ خود را

خاتمه بداند، شواهد این حرف نه تنها در زندگی روزمره، که حتا در ادبیات ملل و اقوام مختلف وجود دارد و از آن مهم‌تر این‌که حتا فلسفهٔ بشری نیز با این کلام آلوده شده است، تا جایی که «تو بدون من وجود نداری» ایـده‌آلیزم از همین‌جا سرچشمه می‌گیرد.

بشر معتاد به‌قائل شدن آغاز و خاتمه برای تمام پدیده‌ها می‌شود، و از آن‌جا که عادت از عشق قوی‌تر است، سعی نمی‌کند حوادث فرعی را یک موج کوچک از جریان اصلی جهان ببیند، به‌همین جهت برای مغز بشر داشتن تصویری از یک جهان بدون آغاز یا بدون انجام امکان ناپذیر است.

در حالی که تا آن‌جا که مدل‌های کنونی ما از جهان طبیعی نشان می‌دهند در آغاز هیچ سرآغازی نبوده و در پایان نیز هیچ سرانجامی نخواهد بود. هر قطعه از این جریان زمانی را که جداگانه در نظر بگیریم، مـی‌توانـیم از پـیش‌خود، برایش آغاز و پایانی که خود می‌خواهیم فرض کنیم، ولی این دلیل نمی‌شود که کل جریان جهانی دارای آغاز و پایان باشد. مغز از تصور پدیدهٔ بدون آغاز و انجام نیز عاجز است.

مغز در کلیهٔ موارد، اعم از زندگی روزمره، سیاست، مذهب، یـا عـلم، بـه‌طور یکسان عمل می‌کند، به‌این ترتیب که خود را از جریان بیرون کشیده و ناظر تصور می‌کند، بدون در نظر گرفتن این نکته که جایی برای بیرون کشیدن خود ندارد و به‌هرکجا که رود، آن‌جا نیز داخل جهان است.

مغز بشر غافل از این حقیقت است که نه تنها خود او نسبی است، بل‌که بشر و تمام فعالیت‌های او نسبی بوده و هیچ‌کدام از پروازهای خیال‌بافانه‌اش نیز از محدودهٔ نسبیت فراتر نخواهد رفت. جان و اندیشهٔ ما، زندانی تن و محدود و محبوس در چهارچوب است. ابزارها اما، تا حدودی ما را گسترده‌اند.

زندگی کردن در این زمان، که برای اولین بار قادر بـه‌دیدن یک نـیمه‌تصویر نیمه‌رنگ‌پریده از نیمه‌جهان خود هستیم زیباست. و ما شاد بودیم که در عصر اولین تصویر کامل جهان به سر می‌بردیم. آیا روزگاری این تصویر را کامل‌تر

خواهیم دید؟ در حال حاضر نمی‌دانیم. می‌دانیم اما، تاریخ را نمی‌توان به صلابهٔ نظم کشید. در این ملغمه آشوب احتمالات ناپیوستهٔ نامحقق نامنظم، در هر لحظه همه چیز ممکن است.

محدودیت‌های این جهانی، عدهٔ کثیری از ما را به‌خاموشی می‌کشاند، اما خاموشی سرآغاز فراموشی است و ساختمان جهانی دانش باید با روش آزمون، خطا و تصحیح ساخته شود. از آن‌جا که هیچ راه دیگری نیست، پس توقف نکنیم و برای ساختن آن بیش از پیش بکوشیم. «دانش، سرگذشت (و نه سرنوشت) ماست». علم و تکنولوژی با شیوه‌ای تنگاتنگ جلو رفته‌اند. هر کدام دیگری را پیش انداخته‌اند. سه لولهٔ آزمایش، تلسکوپ و میکروسکپ باعث پیش‌رفت شده‌اند.

به تلسکوپ‌ها بنگریم. از تلسکوپ نوری تا رادیو تلسکوپ چه راه درازی پیموده شده. اکنون تلسکوپ‌های نوترینو در زیرِ زمین و تلسکوپ‌هائی مانند هابل در فضا به ما خدمت می‌کنند.

به میکروسکپ‌ها بنگریم. به میکروسکپ نوری معمولی که قادر به دیدن باکتری‌هاست. به میکروسکپ الکترونی که قادر به دیدن اتم‌های بزرگ است. به شتاب دهندهٔ ذرات که قادر به دیدن ذره‌های بسیار کوچک‌تر داخل اتم است. این ابزارها مرز دیدار را عقب رانده فضای زیست را بزرگ‌تر کرده‌اند. این وسایل مهم‌ترین نقش را در پیش‌رفت علم داشته‌اند.

کامپیوتر

شاید آن‌چه در پیش‌رفت علم مهم‌ترین نقش را داشت وسایل محاسبات مکانیکی بود. نگاهی به ابزارهای محاسباتی بیندازیم. اولین ماشین حساب جهان انگشت‌های خود ما بود. حتا امروز هم در بعضی جوامع آسیائی مانند کُره، استفاده از انگشتان دست را با شیوه‌ای کاراً، به نوآموزان ریاضی آموزش می‌دهند. بعد نوبت به چرتکه می‌رسد. ما چرتکه بازی را از همان بچگی بلد

بودیم. بازی چه قدر هیجان انگیز است. برد و باخت ریاضیات است. دو بدین دو. نکند چرتکه بازی بلد نباشی؟ مادر بزرگ کامپیوتر است. بیش از پنج هزار سال قدمت دارد. ایرانی هم هست. این اولین وسیله‌ای است که محاسبات را مکانیکی می‌کند.

در دنیای نو، دنیای پس از قرون وسطا، دنیای پس از گالیله و دکارت، خیلی پیش از اختراع هر وسیله‌ای، جدول لگاریتم بر همه جا سایه انداخته بود. دنیا دنیای کوپرنیک و کپلر و تیکوبراهه و گالیله و نیوتن بود. جدول لگاریتم زیبا بود. مانند ارتش مورچگان جهان. اعداد پنج رقمی اعشاری پشت سر هم. جلوی ۲ نوشته بود ۰/۳۰۱۰۳ و این عددی بود که اگر ۱۰ را به توان آن می‌رساندیم حاصلش ۲ می‌شد. جلوی ۳ هم نوشته بود ۰/۴۷۷۱۲ و جلوی ۶ هم که از حاصل ضرب ۲ و ۳ به وجود می‌آید نوشته بود ۰/۷۷۸۱۵ یعنی مجموع این دو تا. چه اختراع نازنینی. عمل ضرب را تبدیل به عمل جمع می‌کرد. مخترعش ژان نپر John Napier (Neper) ریاضی‌دان قرن ۱۶ و ۱۷ انگلستان بود.

دنیا بزرگ‌تر از هر حد قابل تصور بود. به آن عالم و جهان هم می‌گفتند. خود عمل ضرب برای سهولت عمل جمع اختراع شده بود. این برای اعدادی است که سر و شکل حسابی داشتند. اما کاربرد قوانین آسمانی کپلر اعداد بسیار بزرگی را وارد محاسبات قرن ۱۶ می‌کرد و ما با اعداد کوه پیکر نجومی مواجه بودیم.

محاسبات نجومی دائما ضرب این اعداد را می‌طلبید و منجمان باید تمام روز به ضرب و تقسیم اعداد ده رقمی مشغول می‌شدند. به این ترتیب ما به ماشینی برای سهولت این کار احتیاج داشتیم و چه ماشینی بهتر از لگاریتم؟ پس زنده باد جدول لگاریتم.

بعد خط‌کش محاسبه آمد. بالاخره مزهٔ خط‌کش محاسبه را خودمان چشیدیم و خط‌کش محاسبه در واقع یک خط‌کش سه تکه است که قسمت وسطش بین

دو قسمت بالا و پایین حرکت کرده بین دو بخش دیگر دست به دست می‌شود. روی هر سه قسمت درجه بندی شده است. تعداد زیادی عدد روی هر سه قسمت چاپ کرده‌اند. با شیوهٔ ویژه‌ای که به حرکت قسمت وسط بین دو قسمت دیگر مربوط می‌شود می‌توان ضرب و تقسیم و توان و جذر و کعب و بسیاری عملیات ریاضی را انجام داد.

خط‌کش محاسبه یک اختراع نفیس مهندسی است. اگر قرار است از یک نفر برای اختراعش نام ببریم باید از آمادئو مانهایم Amédée Mannheim یاد کنیم. این افسر ارتش فرانسه در سال ۱۸۵۹ اولین خط‌کش محاسبهٔ نوین را اختراع کرد.

در حالت‌های بسیار ماهرانه و ظریف، می‌توان حرکت قسمت وسط را به حرکت آرشه ویولون تشبیه کرد. سرعت محاسبه حداکثر تا ثانیه‌ای سه عمل جلو می‌رفت. حافظه‌ای نیز در کار نبود. آن‌چه در ذهن می‌ماند یا بر کاغذ می‌آمد حافظه را تشکیل می‌داد. میزان دقت گاه تا حدود یک در صد یا دو رقم اعشاری بالا می‌رفت. این دقت برای محاسبات مهندسی خیلی خوب بود

کم‌کم روی بعضی میزها ماشین حساب هِندِلی دیده می‌شد. با آن چهار عمل اصلی انجام می‌دادند. جمع و تفریق و ضرب و تقسیم. ما بعدا با آن جذر هم گرفتیم. کارهای دیگر هم کردیم. سرعت محاسبات ما در هر ثانیه یک هِندِل بود. حافظه نداشتیم. در واقع کل حافظهٔ ما آن چیزی بود که در مغزمان می‌گنجید یا بر صفحهٔ کاغذ می‌آمد.

ما نمی‌دانستیم بازی از کجا شروع شده بود. اما گویا پس از چرتکه و جدول لگاریتم، اولین وسیله‌ای که محاسبات را مکانیکی می‌کرد ماشین محاسبات پاسکال اختراع سال ۱۶۴۲ بود. این ماشین قادر به جمع و تفریق بود.

پس از آن نوبت به لایب‌نیتز می‌رسید. ماشین اختراع سال ۱۶۷۱ که تکمیل شده‌اش در سال ۱۶۹۴ بیرون آمد محاسبات را مکانیکی می‌کرد. ماشین لایب‌نیتز علاوه بر جمع و تفریق قادر به ضرب و تقسیم و استخراج جذر بود.

نبوغ لایب‌نیتز فقط یافتن دیفرانسیل (همزمان با نیوتن) نبود. حتا استفاده از d برای نگارش نبود. شیوه‌ای که به مراتب بهتر از سیستم نقطه‌ای یا dot نیوتن کار می‌کند و بالاخره بین‌المللی شد. نبوغ اصلی لایب‌نیتز نشان دادن این نکتهٔ بی‌نهایت مهم بود که برای محاسبات اتوماتیک، سیستم دوتایی بهتر از سیستم ده‌تایی کار می‌کند. سیستم کامپیوترهای امروز.

بعد Mainframe یعنی کامپیوتر بزرگ آمد. و آن آی. بی. ام. بود و سی. دی. سی. بود و هانی‌ول بود و یونیواک بود و مارک و کارآیی‌اش بستگی داشت که در کدام دانشگاه دنیا درس می‌خواندیم یا در کدام مرکز تحقیقات دنیا کار می‌کردیم اما فرق نمی‌کرد.

امروزه بسیاری از مورخان کامپیوتر علاقه دارند از ماشین تحلیل‌گر به عنوان شروع کامپیوتر در جهان یاد کنند. مخترع این ماشین چارلز ببیج Babbage اهل انگلستان بود. این ماشین در سال ۱۸۳۴ اختراع شد. اهمیت ببیج در ساخت ماشینی است که قادر به ترکیب عملیات ریاضی و تصمیم‌گیری بر مبنای نتایج همان عملیات ریاضی است.

ماشینی که برمبنای محاسبات خودش تصمیم‌گیری می‌کند چه‌قدر بوی انسان می‌دهد. این اولین نقطهٔ شروع شعور مصنوعی یا هوش مصنوعی است. آن‌چه امروزه بیش‌تر با دستورهایی از جنس ... IF ... THEN مشهور است.

ببیج توانست نوعی حافظه نیز برای ماشین خود اختراع کند. بخشی از آن به شکل کارت‌های سوراخ شده بود و بخشی دیگر نوعی حافظهٔ درونی. پنجاه چرخ دندانه‌دار شمارش‌گر که می‌توانستند هزار عدد پنجاه رقمی را در خود ذخیره کنند. ماشین ببیج شاید به واقع اولین کامپیوتر دیجیتال دنیاست.

کامپیوتر ببیج در قلب لندن گرفتار حیرت‌انگیزترین سرگذشت‌های جهان سومی شد. در سال ۱۸۴۲ دولت بودجهٔ تحقیقات کامپیوتر را قطع کرد و در نتیجه ساخت کامپیوتر ببیج هرگز به اتمام نرسید. فقط در سال ۱۸۵۵

سوئدی‌ها نتایج کار ببیج را در قالب یک ماشین حساب به بازار فرستادند.

ما با منطق جبر بول George Boole ریاضی دان انگلیسی آشنا شـدیم. در زمان ما فراگیری علائم منطق دوتایی مانند AND و OR و NAND و NOR از ضــرورت‌های تــفکر نـوین بـود. اگـر دوتـایی مـحاسبه مـی‌کردیم بـاید می‌توانستیم دوتایی بیندیشیم. اطلاعات جبر بول که یکی از پایه‌های منطق جدید است برمبنای روشن یا خاموش بودن یک چراغ است. خاموش یعنی 0 و روشن یعنی 1

یکی از کسانی که معمولا در این قبیل مواقع نامش از قلم می‌افتد جوزف ماری ژاکارد Joseph Marie Jacquard مخترع فرانسوی است که اوائل قرن ۱۹ از کارت‌های سوراخ شده در بافندگی اتوماتیک بهره برد.

در سال ۱۸۸۶ ریاضی‌دان و آمار شناس آمریکایی هرمان هولریت Herman Hollerith توانست اهمیت کارت‌های سـوراخ شـده را بـرای ورودی داده‌هـا تشخیص دهد. در سال ۱۹۱۱ هولریت توانست با ادغام دو شرکت، بنیان گذارِ Computing Tabulating Recording Company بشود که بعدا تغییر نـام داد و به IBM مشهور شد.

اولین کامپیوتر الکترونیک جهان به نـام MARK I مـعروف است. در سـال ۱۹۳۹ هـوارد آیکـن Howard Aiken از دانشگـاه هـاروارد در هـمکاری بـا مهندسان کمپانی IBM پروژهٔ ساخت اولین کامپیوتر امروزی جهان را شروع کرد. مارک ۱ هاروارد ماشینی الکتریکی – مکانیکی بود که ۱۵ متر طول و ۲/۵ متر ارتفاع داشت. سطح اشغال آن تقریبا ۳۰۰ متر مربع بود. یعنی باید در یک سالن ۳۰۰ متری کار می‌کرد. قادر به انجام ۵ عمل پایه‌ای جمع و تفریق و ضرب و تقسیم و جدول بندی بود. تمام اعداد را با ۲۳ رقم بعد از ممیز نشان می‌داد. ورودی‌ها با کارت پانچ و خروجی‌ها روی ماشین تحریر برقی بود.

اولین کامپیوتر تمام الکترونیک دنیا به نام ENIAC مشهور است. این ماشین در سال ۱۹۴۶ تکمیل شد. دو دانش‌مند از دانشگاه پنسیلوانیا با نام‌های اکرت

J. Presper Eckert و مــوشلی John W. Mauchly آن را اختراع کـردند. معجزهٔ اصلی ENIAC سرعت آن بود. ایـن مـاشین ۱۰۰۰ بـار سـریع‌تر از ماشین‌های الکتریکی - مکانیکی همزمان خودکار می‌کرد.
بلافاصله پس از نصب و راه اندازی در مرکز تحقیقات اتـمی مشـخص شـد ENIAC قادر است محاسباتی را که ۱۰۰ مهندس در طول یک سال انجام می‌دهند در مدت ۲ ساعت انجام دهد. اکرت و موشلی پس از این موفقیت شرکت خود را به نام Binary Automatic Company راه انداختند و در سال ۱۹۵۰ موفق به ساخت BINAC شدند. این اولین ماشینی بود که می‌توانست محاسبات خودش را کنترل کند. ایـن دو نـفر در سـال بـعد کـمپانی خـود را فروختند اما در ساخت یونیواک شرکت کردند.
UNIVAC I اولین کامپیوتری است که قادر به ادارهٔ هر دو نـوع اطـلاعات عددی و حرفی است. امکان محاسبهٔ اطلاعات حـرفی بـیش‌تر بـه مـعجزه شباهت داشت.
نیومن Neumann که ریاضی دان محض بود در سال ۱۹۴۷ اولین گام برنامه نویسی را برداشت. او در واقع پیش‌گام تمام برنامه نویس‌های دنیاست.
مقالهٔ اصلی کامپیوتر در سال ۱۹۴۶ در انستیتو مطالعات پیش‌رفتهٔ پرینستون با نـام‌های John Von Neumann و Arthur W. Burks و Herman H. Goldstine چاپ شد. این مقاله در تاریخ شعور مصنوعی جایگاه بسیار والایی دارد و بزرگ‌ترین تاثیر را در دنیای کامپیوتر گذاشته است.
پس از آن فوران مارک‌های مختلف کامپیوترها بـود کـه هـر کـدام امکـانات مختلفی را در اختیار کاربران می‌گذاشتند.
آخرین کامپیوتر ما پیش‌رفته بود و بسیار بزرگ بود و یونیت‌هایی بـه انـدازهٔ یخچال خانگی داشت و سطح اشغالش در حدود چهارصد متر مربع بود و سی و دو هزار واحد ظرفیت حافظه داشت. یعنی 32K بود و سرعتش پنجاه هزار محاسبه در ثانیه بود. یعنی به بیان امروزی 0.05 MHZ بـود و ایـن حـجم

حافظه و این سرعت ما را بس بود و ما با زبان‌های فُرترَن و الگُل کار می‌کردیم. تازه‌کارها با زبان بیسیک شروع می‌کردند و تجاری‌ها با زبان کوبال. کم‌کم کتابخانه‌ها شروع شد. همان که بعدها به آن نرم‌افزارهای کاربردی یا Application Software گفتند و تکمیل شده‌اش را امروز نرم‌افزار می‌گوییم. بعد ماشین‌ها بزرگ‌تر شد. در مراسم ارتقاء کامپیوتر دانشگاه لندن به 96K بطری‌های بی‌رنگ گاز دار باز شد و گفتند که این نهایت کار است و تا پایان قرن هیچ محاسباتی نخواهد بود که بتواند به تمامی این کامپیوتر نیازمند باشد.

ما طراحی کردیم و ما برنامه نوشتیم اما کامپیوتر بزرگ هم نتوانسته بود ما را از شر خط‌کش محاسبه نجات دهد. در همین دوره بود که اولین ماشین حساب شخصی آمد. قیمت؟ ۵ هزار پوند. غیر ممکن واقعی. بعد ماشین بهتر آمد. خط‌کش محاسبه الکترونیک. ۲ هزار پوند.

بعد اولین ماشین محاسبهٔ قابل برنامه ریزی یا programmable آمد. که ما را تا حدودی از شر کامپیوتر بزرگ نجات داد. رفتیم سراغ معادلات دیفرانسیل غیر تحلیلی و بعدش روش‌های مختلف محاسبات عددی ابداع شد و متداول گردید و سر و کارمان افتاد با ۱۰۰ هزار معادله و ۱۰۰ هزار مجهول و هر چه بیش‌تر مجهول حساب کردیم؟ نخیر. بر معلومات‌مان اضافه نشد. حتا از مجهولات‌مان کم نشد. بر مجهولات‌مان اضافه شد.

کامپیوتر شخصی شروع شده بود و همه چیز هیجان انگیز بود و ما با اسباب بازی محاصره شده بودیم و ما فرق T.V.Game و بازی‌های TANDY و ZX81 و SPECTRUM و کمودور و بعدا آمیگا و آتاری را نمی‌دانستیم. «سیب» سلطان بلا منازع بود. همان مکینتاش معروف. آی بی ام هم وارد بازی شد. مایکروسافت هم وارد بازی شد و جنگ چنان مغلوبه شد که بیا و ببین.

فوران محصولات امکان خرید صحیح را از هر کسی گرفته بود. ما اما در هر

حال بیماری داشتیم و بدون اسباب بازی امورات‌مان نمی‌گذشت. اولش زِدایکس و بعدش اسپکتروم و بعدش کمودور و بعدش بقیه.

کل ماجرا به نظر بازی می‌آمد. حتا از اوایل رادیو ترانزیستوری هم مسخره‌تر بود. ما به هر حال کامپیوترچی بودیم و ماشین‌های بزرگ می‌راندیم و دون شان ما بود که دست به این اسباب بازی‌ها بزنیم و ما از دعواهای این جوجه‌ها خنده‌مان می‌گرفت و تعداد کمپانی‌ها از تعداد موهای سر زلف‌علی‌خان هم بیش‌تر شده بود.

داس هم وارد گود شده بود که آن قدر خطا یا «باگ» داشت که خودش هم خنده‌اش گرفته بود و دعواهای دادگاهی و مطبوعاتی چنان گردو خاکی کرده بود که بیا و ببین. و ما به هر حال جزو پرسناژها بودیم.

کامپیوترهای رومیزی بهتر شدند و داس‌ها تیزتر شدند اما ما بازهم می‌خندیدیم تا این که در یک نمایش یا «دِمو» جلو آخرین «اَپِل» قرار گرفتیم و کارآیی او را به ما نشان دادند و ما گریه‌مان گرفت و خجالت کشیدیم که در نمایشگاه جلو چشم نامحرم خارجی‌ها گریه کنیم اما ما گریه‌مان گرفته بود. بعضی‌ها صفراوی هستند بعضی‌ها بلغمی هستند و بعضی‌ها شلغمی و ما آب‌غوره‌ای هستیم. ما گریه می‌کردیم و محیط گرافیک کار خود را می‌کرد و ما در محیط گرافیک از آن همه متن حرفی یا TEXT خودمان خجالت می‌کشیدیم و غصهٔ دنیا در دل‌مان بود که چرا در وطن‌مان هیچ خبری نبود.

ما بازی جدی را با یک کمودور XT شروع کردیم که معجزهٔ الکترونیک بود و 10MB حافظهٔ ثابت داشتیم و 1MHZ سرعت داشتیم. قدم‌های محاسباتی ما روی تقسیمات زمانی پیش می‌رود. هرقدر بیش‌تر بتوانیم زمان را تقسیم کنیم قدم‌های بیش‌تری برخواهیم داشت و سریع‌تر خواهیم رفت. یادت هست که ما با سرعت حداکثر ۱ عمل در ثانیه شروع کرده بودیم؟ اکنون ما کامپیوتری خریده بودیم که ثانیه را به یک میلیون قسمت تقسیم می‌کرد. یعنی سرعت ما به یک میلیون قدم در ثانیه رسیده بود. یعنی یک میلیون

عمل یا محاسبه در ثانیه.

با ۱۰ مگابایت حافظهٔ ثابت و ۰/۵ مگابایت حافظهٔ جاری، ما یک کامپیوتر بزرگ را در ماشینی به اندازهٔ یک تلویزیون خانگی جا داده روی میزمان گذاشته بودیم. بعد یک نفر در گوش ما گفت که داس از سیب خواهد برد و ما سراغ آی بی ام رفتیم. خوش‌بختانه هنوز پول XT را نپرداخته بودیم که AT آمد. 8MHZ سرعت با 40MB حافظه و ۱ مگابایت RAM این دیگر غیر قابل قبول بود. آن‌چه برای امروزی‌ها عادی است برای قدیمی‌ها از هر شوکی تکان دهنده‌تر بود.

امروزه سرعت‌های نجومی و حجم‌های ترابایتی عادی شده و ما در اتاق منزل‌مان با یکی از این ماشین‌های عادی داریم نامه‌ای عادی می‌نویسیم. اما ما اطمینان داریم که اگر همین مطلب عادی را به دست هرکدام از دانش‌مندان ۵۰ سال پیش به قبل جهان می‌دادیم بیش‌تر عشرت و حیرت می‌کرد تا اگر به دست بشر اولیه یک چراغ زنبوری می‌دادیم یا اگر به دست بقرات یک میکروسکپ می‌دادیم یا به دست بتلمیوس یک تلسکوپ می‌دادیم یا به دست چنگیزخان یک مسلسل می‌دادیم. امروزه کامپیوتر ابزار اولیهٔ جهان معاصر است و برای پیش‌رفت در تمامی زمینه‌ها ضروری‌ترین وسیله به‌شمار می‌رود. آن‌چه روزگاری در خواب و خیال نیز نمی‌گنجید و تیزپروازترین اندیشه‌ها نیز آن را رویای نیمه شب تابستان‌های آینده می‌دانست امروزه صورت واقعیت به‌خود گرفته است. اسکنر خط که با کمک آن متون نوشته شده را به کامپیوتر نشان می‌دهیم او خودش متن را به‌داخل پردازندهٔ کلمات می‌کشاند و اجازهٔ ویرایش می‌دهد. البته می‌توان از ده‌ها دستگاه تخصصی دیگر مانند فاکس و مودم و دستگاه‌های صوتی و تصویری نام برد. این روزها بحث کامپیوتر شیمیائی و کامپیوتر زیست‌شناختی یا بیوچیپ نیز داغ است.

شطرنج و موسیقی کامپیوتری مدت‌هاست شروع شده. کم‌کم می‌توان به شعر کامپیوتری اندیشید. اکنون در مرحلهٔ تعریف «احساس» کامپیوتر هستیم. تا

همین جا هم کامپیوتر سخن‌گو «احساس» پیدا کرده. اولین جرقه‌های شعر کامپیوتری نیز با موفقیت زده شده است. اهمیت قضیه آن هنگام مشخص می‌شود که توجه کنیم انسان با اندیشه‌اش دنیا را کمدی و با احساسش دنیا را تراژدی می‌بیند. و ظاهرا قرار بر این است که کامپیوتر در بسیاری از فعالیت‌های بشری، نه این که جای انسان را بگیرد، و نه این که فقط یک ابزار دست ساده باشد، بل‌که شریک انسان شود. کامپیوتر باید هم به «خرد» و هم به «احساس» مجهز شود.

کامپیوتر شاعر

دانش‌مندان رشته‌های مختلف منطق به‌ویژه منطق ریاضی مشغول مطالعهٔ مکانیزم اندیشیدن یا صاحب احساس شدن ماشین هستند، در مورد شعر و احساس کامپیوتر آزمایشات مفصلی انجام شده که چون هنوز در مراحل آغازین راه است نمی‌توان در موردش زیاد سخن گفت. در مورد نتایجی که تا همین‌جا به‌دست آمده همین قدر بگوییم که کامپیوتر گفته است «دوستت دارم».

و با این «دوستت دارم» در واقع شعر کامپیوتری شروع شده است. جالب این‌جاست که اولین شعر کامپیوتر به‌راستی زیباترین و پرشکوه‌ترین شعر جهان نیز هست. تو هرگز هیچ کجا شعری زیباتر و عظیم‌تر از مهر و عشق و دوست داشتن ندیده‌ای و نخواهی دید. ناب انسان در مهر متجلی می‌شود.

انسان به دنبال ساخت انسان‌واره است. روزگاری او را آدم آهنی می‌نامید اما اکنون ربات‌ها اسم‌های انسانی می‌گیرند. در مسیحیت می‌گویند: «و خدا انسان را به شکل خود آفرید» و این همان است که در هوش مصنوعی می‌بینیم: «و انسان ربات را به شکل خود آفرید». انسان همواره آرزو داشته به خلوص یا زیبایی (purity) و سادگی (simplicity) دست یابد و در این راه به خطا آرزو کرده ماشین باشد. امروزه اما ماشین‌ها برای بالا بردن بازده

(رانـدمان) خـود پـیچیده‌تر شـده بـه شکـل انسـان در مـی‌آیند و در پـرتو پیش‌رفت‌های کنونی شعور مصنوعی به تدریج تضاد و نقیضین را می‌پذیرند و چون ابزاری کاراً در دل برنامه‌های خود جا می‌دهند. جـرقهٔ ایـن انـدیشه از هم‌اکنون در برنامه‌های جدید کـامپیوتر بـه چشـم مـی‌خورد کـه نسـبت بـه برنامه‌های قبلی بسیار به انسان نزدیک‌تر است. البته کامپیوتر هنوز تا رسیدن به مرز تفکر انسانی فاصله‌ها دارد اما کوانتوم کامپیوتر که هنوز مراحل اولیـهٔ آزمایشگاهی را طی می‌کند نویدهای درخشـان داده است. بـه نـظر مـی‌رسد سادگی و خلوص یا زیبایی و سازگاری جزو خواص اصلی نظریه‌های مـوفق علمی است.

پدیده‌های صرفا الکتریکی به مـراتب سـاده‌تر و یک سـویه‌تر از پـدیده‌های شیمیائی‌اند اما امروزه مشخص شده انسان موجودی الکتروشیمیایی است و در آزمایش‌گاه‌های مدرن دیده می‌شود که در مجموعه‌های بـغرنج مـلکولی حضور تضاد امری طبیعی است و به معنای تناقض نیست. انسان مشـحون این تضادها یا اگر شما خوش دارید تناقضات است.

امروزه بخش عظیم تعریف تضاد و تناقض به تـعریف تـصادف و بـی‌نظمی برمی‌گردد. تصادف و بی‌نظمی چه به معنای ناآگاهی ما باشد و چه از خواص ذاتی جهان و خود ما محسوب شود (که تمامی دانش‌هـای نـوین پشـتیبان سخن دومند) در هر حال وجود خارجی دارد و هر کدام از ما شاهدی زنده بر این مدعا هستیم. کدام‌یک از ما می‌توانیم ادعا کنیم که نه در دراز مدت و نه در مکان‌های مختلف بل‌که در کوتاه مدت و در همین جائی کـه هسـتیم دچـار تضاد و دستخوش تناقض نیستیم؟ تناقض عیب نیست عیب شمردن تناقض خطاست.

در زبان کامپیوتر، یک پاراگراف، در واقع یک عدد قابل تقسیم کامل بـر ۱۶ است. (این در مـورد کـامپیوترهایی است کـه مـغزشان بـه قسـمت‌های ۱۶ کاراکتری تقسیم شده است) یعنی عدد ۱۰۲۴ یک پاراگراف کامل کامپیوتری

است زیرا:

$$۱۰۲۴ = ۱۶ \times ۶۴$$

به‌این ترتیب آن‌چه ما از جمله (و به‌ویژه از شعر) می‌فهمیم یا توقع داریم در زبان کامپیوتر رخ نمی‌دهد. کامپیوتر فعلا فقط سلسلهٔ اعداد قابل تقسیم بر ۱۶ را می‌سازد.

این بی‌سروته بودن سخن نیست. بیش‌تر شبیه موسیقی آتونال شوئنبرگ است که فواصل مساوی ۱۲ گانه در آن رعایت می‌شود و تساوی فواصل باعث می‌شود سوزن گرام را از هر کجا روی صفحهٔ «آیوز» (آتونالیست کلاسیک که بیش از ۱۰ کلاویه را می‌فشرد و برای این‌کار با تخته می‌نواخت) یا «کیج» (هیپر مدرنیست که در رسیتال پیانو سیب گاز زد و دندان مسواک کرد) بگذاریم شروع آن و هر کجا که از روی صفحه برداریم خاتمه آن باشد.

حال تو ببین میان یک عدد قابل تقسیم بر ۱۶ با آن‌چه ما از شعر توقع داریم، که شامل شعور، جهان‌بینی، تعهد به‌مسائل کوتاه‌مدت، بینش مسائل درازمدت، و داشتن حس و حال و مهر و عاشقانگی و... می‌شود چه‌قدر فاصله است. اما درهرحال از من می‌پذیری که وقتی یک مشت کائوچو و آهن و شیشه تو را دوست می‌دارد ماجرا شاعرانه‌تر از شعر بسیاری رفقاست.

کامپیوتر شطرنج‌باز

فراموش نکنیم روزی که شطرنج کامپیوتری شروع شد حتا به کودکان دبستانی نیز می‌باخت و همه معتقد بودند هرگز حتا از یک استاد ملی نیز نخواهد برد. امروزه اما، اساتید ملی به‌کنار، هیچ استاد بین‌المللی نیز یارای مصاف با کامپیوتر را ندارد و اخیرا برنامهٔ بزرگ کامپیوتر موسوم به «اندیشه ژرف» از اساتید بزرگ بنت لارسن، ماکسیم دلوگی و تونی مایلز نیز برده است. آخرین برنامهٔ کامپیوتر به نام «آبی ژرف» در یک بازی از کاسپاروف نیز برده است. ناظران و دست‌اندرکاران معتقدند تا چند سال دیگر کامپیوتر قهرمان

بلامنازع و ابدی شطرنج جهان خواهد شد. برای شاعرانی که شطرنج نمی‌دانند این قضیه ممکن است قیاس مع‌الفارق به‌نظر برسد اما شطرنج‌بازان که از میزان شاعرانگی شطرنج مطلعند این قیاس را منطقی یافته‌اند.

نقاشی

آزمایشات مختلف دیگر روی «هوش مصنوعی برنامه ریزی شده» و «هوش‌مصنوعی دینامیک» انجام شده است. در حال حاضر فاصلهٔ شعر کامپیوتری با «شعر» همان است که روزگاری فاصلهٔ نقاشی نوین با «نقاشی» بود! اما می‌بینی که در حال حاضر نقاشی نوین جهان را تسخیر کرده است و امروزه به‌حکم قطعی فروش بلیط موزه‌ها و نمایشگاه‌ها، کاندینسکی و پیکاسو و دالی نقاش‌تر از داوینچی و رامبراند و رافائل هستند.

امروزه نقاشی کامپیوتری در کنار موسیقی کامپیوتری به‌سرعت جای خود را باز می‌کند. هم‌اکنون برنامه‌های متعدد نقاشی با ترکیب الکترونیکی دیجیتالی از امکانات کامپیوتر و سلیقهٔ اپراتور کار می‌کنند و امکانات مختلف مانند انواع قلم یا حتا «ایربراش» را در اختیار قرار می‌دهد.

برنامه‌ای که هم‌اکنون در بخش نقاشی هوش مصنوعی برای کامپیوتر در نظر گرفته شده شامل سبک‌های موجود یا اختراع سبک جدید، انواع رنگ حاجب، حاکی یا فیلم، انواع سوژه شامل منظره و طبیعت بی‌جان و... است.

ماشین‌هایی که برای این منظور در نظر گرفته شده قادرند میلیون‌ها رنگ تولید کنند. البته این فقط به‌صورت تئوری و از روی طول موج نور مشخص می‌شود زیرا چشم انسان در بالاترین حد قادر به‌دیدن حدود (تقریبی) ۶۰۰ هزار رنگ بیش‌تر نیست که تازه مغز انسان همین مقدار را نیز همیشه تشخیص نمی‌دهد. اما چشم کامپیوتر قادر به«دیدن» و مغزش قادر به «تشخیص» تمامی‌این رنگ‌هاست. در هر زمینه‌ای که کامپیوتر را فعال می‌کنی در عرض مدت کوتاهی انسان را با فاکتور ۱۰ عقب می‌گذارد. توجه

داشته باشیم که وقتی وان‌گوگ «کافه شب» را کشید هیچ کس قادر نبود حتا خواب «آرامش» کاندینسکی را ببیند.

شاید برایت جالب باشد که بشنوی نابسامانی کنونی اوضاع شعر و شاعری، پدیده‌ای جهانی است. البته این بحث تا آن‌جاها پیش نمی‌رود که شعر دیگر کارآیی ندارد یا شعر مضر است. هر زمان شعر خود را دارد. شعر متداول اما، دیگر به‌درد دنیای نوین نمی‌خورد و شعر می‌رود تا با انقلابی از نوع «پینک فلوید» (مبدع موسیقی فضایی) تغییری بنیادی کند و برای این کار خیلی‌ها چشم امید به‌شعر کامپیوتری دوخته‌اند.

کامپیوتر برای انجام این کارها به‌کلیهٔ اطلاعات جهان دسترسی دارد. یا تو حق انشعاب شبکهٔ اطلاعاتی جهانی را که چیزی شبیه به کپی‌رایت کنونی است پرداخته‌ای که در این صورت به‌بانک اطلاعات جهانی متصل هستی یا در غیر این صورت خودت یک بانک کوچک برای خودت درست کرده‌ای. درهرحال تمامی‌اطلاعات مدون جهان روی ۶ متر مربع صفحهٔ فشرده لیزری کامپیوتر جا می‌شود.

استفادهٔ اصلی شعر کامپیوتری برای ارتباط مهرآمیز با موجودات فضاهای خارج است. بشر به‌سرعت خود را برای ارتباط فضایی و سفر یا مهاجرت به‌فضاهای خارج آماده می‌کند.

و بالاخره ویندوز فارسی هم آمد. پنجره‌هایی که به سوی زیبائی‌های ضروری گرافیک جهان باز می‌شد. کلمه‌پرداز فارسی هم آمد و کاربرگ فارسی هم آمد و داده–پایهٔ فارسی هم آمد و نرم‌افزارهای شناسائی الفبای فارسی یا OCR فارسی هم آمد. نزدیکی سیب و داس فرخنده بود. اما دیگر شمال و جنوب نبود. تلفن‌ها به کار افتاده بود. دنیا از هر حدی کوچک‌تر شده بود. «زیست‌کره» شروع شده بود. یعنی باید به کل مجموعهٔ سیاره و متعلقاتش به عنوان یک موجود زنده نگاه می‌کردیم.

در پرتو پیشرفت‌های محاسباتی به مدد کامپیوتر، احکام علومی مثل

عصب‌شناسی زیست‌شناسی روانشناسی... که به آن‌ها علوم نرم یا غیر دقیقه هم می‌گویند قابل تبدیل به احکام علوم سخت یا دقیقه فیزیک شیمی ریاضی شده است.

کوانتوم کامپیوتر

این کامپیوتر از مشخصات شناخته شده مکانیک کوانتوم بهره می‌برد و میزان سرعت و کارآیی آن به طرز شگفت‌انگیزی (لااقل یک میلیارد بار) از قوی‌ترین سوپر کامپیوترها بیش‌تر است. کوانتوم کامپیوتر در ابتدای راه قرار دارد و به تازگی وارد فاز عملی شده. پیشرفتی که در تمام زمینه‌ها به وجود خواهد آورد شگفت‌انگیز خواهد بود و همه منتظر آثار آن هستند.

اتم و ذرات

واژه «اتم» اولین بار در یونان باستان از زبان دموکریت به گوش رسید. جوزف جان تامسون انگلیسی (۱۹۴۰-۱۸۵۶) الکترون را کشف کرد. این نخستین ذره کشف شده داخل اتم بود. ارنست رادرفورد نیوزیلندی (۱۹۳۷-۱۸۷۱) مشهور به پدر فیزیک اتمی است. نیلز بور (۱۹۶۲-۱۸۸۵) فیزیک ریاضی‌دان دانمارکی اتم را به شکل یک منظومه تعریف کرد. الکترون‌ها در مدارهای مشخص به دور هسته می‌چرخند. خود هسته از دو ذره به نام‌های پروتون و نوترون تشکیل شده است. سپس معلوم شد که هر کدام از این ذرات از اجزاء کوچک‌تری به وجود آمده‌اند. هر قدر ابزارهای اتم شکن یا رآکتورهای هسته‌ای بزرگ‌تر و قوی‌تر ساخته شد ذرات بیش‌تری کشف گردید به طوری که امروزه لشکر عظیمی از ذرات داخل اتم شناخته شده است.

ذره بنیادی ساختار درونی ندارد و به عنوان کوچک‌ترین جزء تشکیل دهنده ماده شناخته می‌شود. چنین ذره‌ای آجر ابتدایی ساختن این جهان است. چنین ذره‌ای هنوز شناخته نشده و دو ذره «کوارک» و «نوترینو» کاندیدای احتمالی

دریافت لقب آجر ساختمان جهان هستند.

سرن CERN

رآکتورهای تحقیقاتی متعددی در جهان ساخته شده و به کار مشغولند. یکی از مهم‌ترین آنان رآکتور سرن، در سال ۱۹۵۴ ساخته شد. این رآکتور به شکل دایره‌ای به قطر شصت کیلومتر در مرز سوییس و فرانسه قرار دارد و قسمتی از آن در فرانسه است. بیست کشور اروپایی عضو سرن هستند، بیش از ۲۶۰۰ کارمند تمام وقت در آن مشغولند، در حدود ۸۰۰۰ دانشمند و مهندس به نمایندگی از ۵۸۰ دانشگاه و مرکز تحقیقات از ۸۰ کشور جهان در سرن به تحقیق می‌پردازند. سرن تاکنون کشفیات مهمی داشته از جمله یافتن بوزون هیگز که به غلط به ذره خدا مشهور شده است. اخیرا (در تاریخ ۷ مرداد ۱۴۰۰) یک جفت کوارک که به نام کوارک charming یا جذاب معروف است کشف شد.

آدم آهنی

فرزند علم، تکنولوژی است. یکی از مهم‌ترین دست‌آوردهای تکنولوژی، ساخت انسان‌واره یا آدم آهنی است.
بیاییم واژه «تکنولوژی» را تا حد ممکن تقلیل دهیم، در این صورت نهایتا به «ابزار» می‌رسیم. به راستی قبل از میکروسکوپ جهان را چگونه می‌دیدیم؟ قبل از تلسکوپ چگونه می‌دیدیم؟ قبل از کامپیوتر چطور؟ قبل از رآکتورهای تحقیقاتی اتمی در مورد جهان چگونه می‌اندیشیدیم؟ حتا قبل از اینترنت و فاکس و موبایل و ماهواره؟ ابزار روی شناخت و آن روی تفکر و آن روی علم و فلسفه تاثیر اساسی داشته و دارد و امروزه «فلسفه تکنولوژی» جزو مباحث مهم و جدی تفکرات و مطالعات فلسفه علم است.
تکنولوژی را instrumentation هم نامیده‌اند که «ابزارشناسی» است. نیروگاه

برق با تمام وسایل و تجهیزات درونی آن یکی از میلیون‌ها مثال است. تقریبا تمام زندگی امروز انسان به حاصل آن یعنی برق وابسته است. هواپیما مثال دیگر تکنولوژی است. بشر از شکم مادر بیرون آمده و یکراست وارد شکم تکنولوژی می‌شود، در اتاقی که با آجر و بتن و تیرآهن درست شده، کنار پنجره شیشه‌ای، در حالی که با دستگاه تهویه مطبوع به درجه حرارت مناسب رسیده است. به اطراف خود نگاه کنیم تقریبا هر چه می‌بینیم نمایشگر تکنولوژی است. امروز دیگر به تکنولوژی به عنوان ابزارِ محاط نگاه نمی‌کنیم، برعکس، تکنولوژی غلاف و پوشش محیط بر زندگی انسان است. با توجه به پدیداری رُبات‌های انسان نما، برقراری فلسفه مناسب، برای کنترل خلقیات ضروری شده است که به آن فلسفه تکنولوژی می‌گویند.

اینترنت

عصر اینترنت هم شروع شده بود و ما زبانی یاد گرفتیم که بتوانیم با کامپیوترهای دور دست حرف بزنیم و از آن‌ها جواب بگیریم.

از وقتی با اینترنت تماس گرفتیم و بر صفحهٔ الکترونیک و برای دنیا نوشتیم نوشتن روی کاغذ معمولی به مراتب سخت‌تر از سابق شد. دوران یخ‌بندان کتاب‌های ده جلدی گذشت و دورهٔ کتاب‌های هزار صفحه‌ای سوزناک هم سر آمد. وضعیت خلاصه نویسی به صورتی شد که کتاب‌ها در جملات کوتاه خلاصه شدند.

تصور رودخانه‌های متقاطع آسان نیست اما ما از نورافکن‌های متحرکی که در جهات مختلف فضا نور می‌اندازند تجربه داریم. آرم فیلم‌های کمپانی فوکس قرن بیستم چنین نور افکن‌هایی را نمایش می‌دهد. زندگی روی اینترنت شبیه به زندگی بین نورهاست.

ما آزادانه به هر گوشهٔ عالم که بخواهیم مسافرت می‌کنیم. بزرگ‌ترین و کیف‌ناک‌ترین سفرها البته به مراکز علمی و فرهنگی و هنری دنیاست.

دریافت اطلاعات، به ویژه هنگامی که به منابع اصلی دسترسی پیدا کرده باشیم بزرگ‌ترین لذت را دارد. اکنون شاهراه اطلاعاتی اینترنت یکی از راه‌های انتقال اطلاعات جهانی است.

پس از اختراع «مودم»، کامپیوترها توانستند به یکدیگر تلفن کنند. هنگامی که دو کامپیوتر تلفنی صحبت می‌کنند می‌توانند آن چه در دل دارند از طریق تلفن به یکدیگر منتقل کنند. کامپیوترها منابع اطلاعاتی معاصرند و اگر کامپیوتری بتواند به یک کامپیوتر دیگر تلفن کند می‌تواند اطلاعات آن را دریافت کند.

شبکهٔ عظیمی از کامپیوترهای جهان به یکدیگر وصل شده‌اند و به تبادل اطلاعات مشغولند. اگر هر کامپیوتر را یک سلول عصبی در نظر بگیریم، این سلول‌ها در سرتاسر دنیا با یکدیگر ارتباط دارند. همان گونه که به هر سلول تعدادی تارهای عصبی متصل است به هر کدام از کامپیوترهای اصلی تعدادی کامپیوتر فرعی متصل می‌شود.

اکنون دنیا به زیست‌کره تبدیل شده است و اینترنت در واقع شبکهٔ اعصاب زیست‌کره به شمار می‌رود و «چو عضوی به درد آورد روزگار» به شیوهٔ اینترنتی ترجمه می‌شود و این در انجمن‌های الکترونیکی مشهود است و این به تعریف زیست‌کره بر می‌گردد.

به این ترتیب است که در جریان انوار اطلاعاتی جهانی قرار می‌گیریم. برای این که از وضعیت دنیا تصویری بدهیم بگوئیم که در آمریکا هر کس به طور متوسط می‌تواند روزانه ۴۰ مگابایت اطلاعات دریافت کند. این اطلاعات به صورت زیپ نشده یا فشرده نشده چهار برابر حجم کلیدر است. به صورت زیپ شده بیش از بریتانیکاست.

اول ماه مه سال ۱۹۹۵ جریان انتقال مسئولیت در مدیریت اینترنت به پایان رسید و بنیاد علوم ملی آمریکا NSF تمامی مسئولیت اصلی خود را در شبکه به شرکت‌های خصوصی واگذار کرد و ستون فقرات اینترنت را به دیگران

سپرد. خیلی‌ها از این که دانستند اینترنت دارای ستون فقرات است دچار حیرت شدند. معمولا رسم بر این بود که نقش اصلی و مهم آژانس دولتی NSF در فراهم آوردن اطلاعات برای محققین نا دیده گرفته شود.

امروزه اغلب کاربران به اینترنت به چشم یک شبکهٔ ارزان نسبتا قابل اعتماد و بدون تشریفات کاغذ بازی می‌نگرند که در آن می‌توان اطلاعات را به سراسر دنیا انتقال داد.

گشتن به دنبال این که چه کسی مالک اینترنت است یا چه کسی آن را اداره می‌کند بی‌مورد است. اینترنت تنها موجودی است که با سرفرازی اما نه با گستاخی رو در روی تمامی فلسفه‌های جهانی از ارستو و ماقبل گرفته تا مارکس و مابعد ایستاده است زیرا اینترنت ثروت‌مندترین پدیدهٔ جهان است که در واقع مالک ندارد.

حتا هنگامی که NSF رکن اصلی اینترنت و مالک بخش اعظم اطلاعات آن بود نیز نمی‌توانستیم مالک واقعی اینترنت را بیابیم. در واقع اینترنت «یک» مالک واحد ندارد. از لحظه‌ای که اولین شماره‌گیری را انجام می‌دهیم به جرگهٔ مالکین اینترنت پیوسته‌ایم. این است آن‌چه فلسفه‌های اقتصادی جهان در حال حاضر از تبیین، حتا از درک آن عاجز مانده‌اند. درک شیوه‌های شراکت الکترونیکی – اطلاعاتی میلیون‌ها انسان در سراسر سیاره.

از آن‌جا که اینترنت دارای یک مالک نیست در واقع هیچ دیکتاتوری بر آن حکومت نمی‌کند و هیچ تزار یا سزاری نیست تا بتواند دستور خاموشی آن را بدهد که اگر بدهد و اینترنت را قطع کند عملا خود را از جهان اخراج کرده است. به این ترتیب در حال حاضر هیچ آزاد کننده‌ای را نیز نمی‌طلبد. ما با محیطی علمی و آزاد مواجه هستیم و می‌توانیم در جهت اهداف خود به تبادل اطلاعات بپردازیم. البته برای کسانی که در هر ماجرایی رد پایی از تئوری توطئه می‌بینند زیاد مشکل نیست که اینترنت را نیز بخشی از توطئهٔ جهانی برای تهاجم فرهنگی بپندارند. آنان اما برای همه‌گیر شدن پندار خود نیازمند

دلایلی به مراتب جدی‌تر از سایر مصادیق تئوری توطئه خواهند شد.
راز اصلی موفقیت اینترنت در این است که ریشه‌های اصلی آن بالا هستند. مصرف کننده و سرویس دهنده در بالاترین سطح قرار دارند. ما هستیم که برنامه‌ها را می‌نویسیم و در اختیار همه می‌گذاریم. ما هستیم که اطلاعات می‌دهیم. همان‌گونه که می‌گیریم.
این بزرگ‌ترین شرکت و حزب جهانی است که ادارهٔ آن نیازمند فلسفه‌ای به مراتب عظیم‌تر از کلیهٔ ساختارهای ذهنی و فلسفی موجود است. از هم‌اکنون پیش‌بینی می‌شود که به زودی سر و کلهٔ مدعیان پیام‌آوری اینترنت نیز پیدا خواهد شد.
تا کنون هزاران مقاله برای بررسی اینترنت نوشته شده چندین نشریهٔ مرتب به آن اختصاص یافته کتاب‌های بسیاری نیز در این زمینه چاپ شده است. از آن‌جا که سر و کلهٔ «ذن» در همه جا حتا در هنر تعمیر موتورسیکلت و پخت و پز کله پاچه نیز پیدا شده است می‌شد انتظار ذن در هنر اینترنت را نیز داشت که به حمدالله این انتظار نیز عملا به واقعیت پیوست. ادامهٔ سیاست کنونی اینترنت به انتقال مقادیر معتنابهی اطلاعات ضروری و گران قیمت خواهد انجامید که سود آن نهایتا به جیب همه ریخته خواهد شد.
در حال حاضر اینترنت آخرین سخن است. کم نیستند کسانی که معتقدند اینترنت شکل دهندهٔ اصلی قرن ۲۱ خواهد بود. اینترنت حاصل دست آوردهای شکوه‌مند علمی – اطلاعاتی انسان است. اکنون اینترنت به صورت فوق ستارهٔ مجامع علمی فرهنگی در آمده است. شنیدن آخرین اخبار ورزشی در پکن یا خواندن آخرین مقالات پزشکی در جان هاپکینز بالتیمور جزو امور روزمره است.
ما اکنون در دوره‌ای بزرگ زندگی می‌کنیم. دورهٔ آدم‌های بزرگ. دورهٔ بارهای بزرگ و ما اطلس‌وار زیر بار تمامی جهان ستون زده‌ایم و ما سیزیف‌وار تمامی بارهای جهان را از قعر دوزخ بیرون می‌رانیم. صد سال دیگر حسرت دورهٔ ما و

بودن با ما را خواهند خورد. همان گونه که امروز فرانسویان حسرت بـزرگان قرن ۱۸ و ۱۹ خود را می‌خورند.

واژگان جدید

زبان‌ها تخصصی شده‌اند. کاربران کامپیوتر با زبان خاص صـحبت مـی‌کنند. اهل سینما با زبان دیگر. پزشکان با زبان دیگر. فقط صحبت از واژه‌های ویژه نیست، اگر چه آن هم موثر است، تمام زبان متفاوت است. گفتگو در مـورد فلسفه نیز زبان خود را می‌طلبد. ساده کردن فلسفه برای جوان‌ترها می‌تواند به مفهوم لطمه بزند. گاه در بعضی موضوعات زبان را به مرخصی می‌فرستم و موجب سوء تفاهم یا دشمنی یا مضحکه یا تفریح می‌شوم. من دنبال معنای واژه نمی‌روم، به کاربرد واژه نگاه می‌کنم. نمی‌توان از زبان بیرون رفت و از خارج به رابطه زبان و واقعیت نگاه کرد. همه چیز در زبان اتفاق می‌افتد. هیچ تکیه گاهی برای ارشمیدس وجود ندارد تا اهرم خود را روی آن بگذارد و دنیا را بلند کند. هیچ نقطه غیر زبانی وجود ندارد کـه از آنـجا بـتوان پـیروزی یـا شکست زبان را در نمایش جهان واقـعی ارزیـابی کـرد. مـا از درون زبـان و بازی‌های زبانی به جهان نگاه می‌کنیم. زبـان مـانند سـایر دسـتگاه‌ها دارای قواعد و قوانین فراگیر و کامل نیست. فقط در کاربرد است که گزاره معنا دارد. درست در نمی‌یابم که کاربرد «می‌دانم» تا چه حد تخصصی است. تعریف هیچ واژه‌ای به تنهایی و خارج از جمله ممکن نیست. «خارش» را چگونه تعریف می‌کنیم؟ «بد» را چطور؟ در هـر جـمله بـازی‌های زبـانی مـمکن است. هـر جمله‌ای (هر قدر ساده) بگویی یا بنویسی در معرض بـازی‌های زبـانی قـرار می‌گیرد. واحد بنیادی «معنا» واژه نـیست، جـمله است. آن چـه مـهم است ناگفتنی است. زبان از بیان ماهیت دین و اخلاق و هنر قاصر است. واژه‌ها ابزارند. جمله‌ها وسایل هستند. معنای هر واژه معادل کاربرد آن است. هـمه چیز بازی است. هیچ چیز جدی نیست. فلسفه زبـان‌شناسی قـله‌ای بـه نـام

ویتگنشتاین دارد که در توضیح فلسفه‌اش به هنرها به ویژه موسیقی نگاه ویژه دارد.

برای ورود به جهان فوق مدرن به «فرازبان» نیازمندیم. در هندسهٔ دوبعدی اقلیدس فرض کنیم می‌خواهیم در داخل یک دایره یک کثیرالاضلاع محاط کنیم. دایره نمایش‌گر «پدیده» است و کثیرالاضلاع «منطق کلامی». برای این که جلو هر نقطه از دایره یک نقطه از کثیرالاضلاع قرار بگیرد ما به‌بی‌نهایت نقطهٔ برخورد یا تماس نیازمندیم.

کثیرالاضلاع باید بی‌نهایت عضو داشته باشد تا در داخل دایره محاط کامل شود. یعنی ما برای توضیح هرپدیده‌ای به‌بی‌نهایت واژهٔ «لاغر» اندام یا tiny word نیازمندیم.

این «کثرت» ضروری امکان‌ناپذیر است. نه تنها به‌خاطر این که زبان‌های کنونی بشری فقط تعداد قلیلی (بین نیم تا پنج میلیون) واژه دارند، بل به‌این دلیل که بشر اگر به‌هروسیله‌ای هم کلمات بیش‌تری بسازد و آنان را «ریزمفهوم»تر بکند، باز فقط قادر به‌ساختن تعداد «باشماری» (در مقابل بی‌شمار گذاشتم) کلمات است و این تعداد بی‌نهایت نیست. در بهترین حالت می‌توان آن را «بانهایت» خواند.

کلمات لاغر اندام کلماتی هستند به‌کوچکی حروف الفبا و اعداد و اصوات تک سیلابی و ترکیبات سادهٔ آن‌ها مانند «؟»، «در»، «ج»، «×» و «به» که در مقابل کلمات درشت مانند «خشک‌رود»، «پیاده‌رو» و «سان‌فرانسیسکو» قرار می‌گیرد.

خوش‌بختانه ساختار ابزارهای گفتار بشری به‌گونه‌ای است که تعداد بسیار زیادی از این کلمات قابل ساخته شدن هستند و اگر در آینده قرار باشد «گفتار» مقام خود را در جامعهٔ بشری حفظ کرده کلمات صوتی حنجره‌ها محمل ارتباط باشند (که هیچ تضمینی برای آن نیست) به‌خاطر قابلیت انعطاف حیرت‌آور تکاملی بشر می‌توان انتظار داشت که حنجره‌ها و تارهای صوتی، متناسب با

این نیاز، خود را کامل‌تر کنند. در هر حال همین امروز و با همین امکانات کنونی از این کلمات با گونه‌های سادهٔ دو سیلابی و عددی و حرفی، بسیار می‌توان ساخت.

علائم نقطه گذاری مانند «!» که در فارسی به آن علامت تعجب و علامت خطاب می‌گوییم کاربردهایی به مراتب بیش از آن دارد.

هنوز تعداد این کلمات دقیقا محاسبه نشده اما به‌خاطر امکانات اعداد می‌توان وسعت این کلمات بعضا غریب را از پیش حدس زد. کلماتی مانند: «۱×»، «بب»، «اگ» و ... و می‌دانی که حسن اصلی این کلمات آن است که جای به‌مراتب کم‌تری را در حافظه کامپیوتر اشغال می‌کند.

برای تخمین تعداد کلمات قابل ساخته شدن به‌این شیوه بیاییم (به‌عنوان مثال) سیستم الفباء فارسی را با سی و دو حرف و هشت علامت نقطه‌گذاری و فاصله‌گذاری همراه با ده رقم عددی در نظر بگیریم.

حرف الفبا	۳۲
علامت نقطه‌گذاری	۸
رقم (از صفر تا نُه)	۱۰
جمع	۵۰

یعنی برای نوشتن هر کلمه جمعا پنجاه علامت در نظر بگیریم. بیاییم برای هر حرف حداکثر دو حالت مفتوح و مکسور را بپذیریم و حداکثر کلمات چهار حرفی بسازیم. با استفاده از آنالیز «ترتیب» خواهیم دید که تعداد کل کلمات از حاصل‌ضرب سادهٔ زیر محاسبه‌می‌شود.

$$A(۴ \text{ و } ۵۰\times۲) = ۱۰۰\times۹۹\times۹۸\times۹۷ \approx ۱۰۰،۰۰۰،۰۰۰$$

یعنی یک‌صد میلیون واژه که تعداد آن قابل قیاس با تعداد واژه‌های کنونی در هیچ زبانی نیست. اگر سایر علائم و حرکاتِ حروف مثل، ضمه، همزه، تشدید، تنوین، مَدّی ... را نیز در نظر بگیریم و اگر درجهٔ آزادی محاسبات را بیش‌تر

کنیم به‌ارقام حیرت‌آورتری (از خمیرهٔ میلیارد) می‌رسیم. این تازه شامل هیچ کلمهٔ ترکیبی یا کلماتی با بیش از چهار حرف نیست. اگر ترکیبات دوتایی، سه تایی، پنج تایی ... را در این زبان بسازیم ارقام نجومی خواهد شد و تازه توجه داریم که مساله را در محدودهٔ الفبایی مطرح کرده‌ایم که دربرگیرندهٔ تمامی اصوات ممکن دستگاه صوتی ما نیست. با در نظر گرفتن کل آزادی‌های پیش‌گفته رقم به‌مرز یک تریلیون (10^{12}) واژه می‌رسد.

نکتهٔ مهم اما، برقرار کردن «مفاهیم» برای هر واژه است. این کاری بوده که قبلا مردم و این اواخر شعرا، سخن‌دانان و زبان‌شناسان می‌کرده‌اند. به‌این ترتیب در تمام طول تاریخِ سخن‌گویی به‌حد پنج میلیون واژه رسیده‌ایم. نیازهای کنونی اما، آن‌قدر زیاد است که هم‌اکنون مرز یک‌صد میلیون به‌راحتی قابل دیدن است و محاسبات، رقم نجومی 10^{12} را هم نشان می‌دهد.

اگر یک واژهٔ پنج حرفی را با ۳۲ واحد اطلاعاتی به صورت معدل در نظر بگیریم این مجموعه واژه‌ها به‌چیزی در حدود تقریبی 10^{14} واحد اطلاعاتی دلالت می‌کند. تعداد کل واحدهای اطلاعاتی بشری تخمینا یک‌صد تریلیون (10^{14}) واحد است. این انطباق حیرت‌آور بین تخمین واژه‌ها و تخمین مقدار اطلاعات موجود در تمدن کنونی بشری به‌صحت تقریبی این تخمین‌ها دلالت می‌کند.

این نگرش ایده‌آل، عقب‌ماندگی واژه‌سازان (اهالی فرهنگستان؟) را نسبت به‌سایر بخش‌های علوم نشان می‌دهد و جبران آن از عهدهٔ هیچ بنی بشری ساخته نیست و در نتیجه در آینده زبان‌سازی نیز به‌ناگزیر به‌عهدهٔ کامپیوترها خواهد بود.

البته توجه داریم که تعداد یک تریلیون واژه (10^{12}) با «بی‌نهایت» فاصلهٔ بسیار دارد و فی‌الواقع رقم نازکی است اما چون این رقم با‌تعداد واحدهای اطلاعاتی کنونی همخوانی دارد کثیرالاضلاع تا حد امکان به‌دایره نزدیک می‌شود.

در آیندهٔ نه چندان دور که دانش گردآوری شده در تمدن بشر از مرز یک‌هزار تریلیون واحد هم درمی‌گذرد، اگر به‌تناسب، واژه‌های ضروری آن ساخته نشود به‌حجم لال‌بازی و پانتومیم هر روزی ما افزوده می‌شود و سوء تفاهمات اوج می‌گیرد و اگر انرژی داخلی این سوءتفاهمات از حد بحرانی بالاتر باشد، به‌نقطهٔ «کاتاستروف» یا فاجعه خواهد رسید.

یک مقایسهٔ ساده بین واژه‌های موجود و واژه‌های ضروری ثروت (یا فقر) کنونی ما را نمایش می‌دهد:

$$(10^{12}) \div (5*10^{6}) = 200{,}000$$

یعنی بشر امروزی از هر دویست هزار واژهٔ ضروری فقط یک واژه را در اختیار دارد. این است سرچشمهٔ تمامی سوءتفاهم‌های کلامی.

کلمات «ریز مفهوم» به‌مفاهیم بسیار مشخص‌تری از کلمات کنونی دلالت می‌کند. برای روشن شدن مطلب، مفاهیم «عشق» و «ترحم» را در نظر بگیریم.

در فضای دو بعدی این کلمات دارای پوشش یا Overlap بیان نشده یا تعریف نشده‌ای است که برای آن به‌یک کلمهٔ جدید نیاز داریم. «عشق» و «ترحم» فصل مشترکی دارند که آن را X می‌نامیم. طبیعی است (و در ضمن قابل اثبات است) که مفهوم کلمهٔ X محدودتر از مفاهیم «عشق» و «ترحم» است. این شیوهٔ نگریستن به‌مساله، خطای عظیم کنونی ما را نیز برملا می‌کند: آن‌چه ما از «عشق» درمی‌یابیم نامشخص است و همواره بین گوینده و مخاطب سوءتفاهم ایجاد می‌کند، گوینده خود «دقیقا» نمی‌داند چه می‌گوید و مخاطب او «دقیقا» نمی‌داند چه می‌شنود و عشق در جهل مرکب هم که می‌دانی قرن‌هاست پنبه‌اش زده شده است (لااقل از زمان سقرات) چنین عشقی است که در نهایت کارش به‌شوکران می‌کشد.

ما باید «عشق واقعی» را به‌صورت «عشق» منهای X یا (X − عشق) بیان کنیم و برای این کار کم‌بود ما کلمهٔ X است. حال اگر کلمات دیگری مثل

دلتنگی، عطوفت و ... را هم به‌این تحلیل اضافه کنیم و همهٔ حرکات و تغییرات زمانی و مکانی را نیز در نظر بگیریم، شکلی (لااقل) چهاربعدی به‌دست می‌آوریم که به‌انواع حرکات (لرزش‌ها و نوسانات نامنظم) در زمان‌مکان مبتلاست. این تصویر غیرقابل ترسیم (فقر نه) قحطی عظیم لغوی کنونی بشر را نمایان می‌کند.

البته توجه داریم که این بحث در محدودهٔ زبان‌شناسی نوین مطرح می‌شود که در سرزمین فصل مشترک شش علم ریاضی، منطق، کامپیوتر، اندیشهٔ مصنوعی، علم اطلاعات و زبان‌شناسی سنتی قرار گرفته است. در این سرزمین هر کلمه مفهوم دقیق، صریح و تخطی ناپذیر ریاضی خود را دارد و مفاهیم محکم ریاضی به‌هر کلمه اعتباری «کامل» می‌بخشد. (البته هیچ کدام از کلماتِ «دقیق، صریح، تخطی ناپذیر، محکم و کامل» در جملهٔ من، دارای مفهوم مطلق نیست و حداقل یک کوانتوم لقی دارد).

ما برای گریز از نوشتن روابط ریاضی این بی‌راههٔ بیان را یافته‌ایم، خواننده می‌تواند مستقیما منطق ریاضی معاصر را ورق بزند تا ببیند چه شعر زیبا و حیرت‌آوری سروده شده است.

کلمات جدید به‌واقع لاغر اندام و ریز مفهوم هستند. به‌عنوان مثال کلمهٔ «،» (آری، ویرگول خودمان که به‌افتخار صعود به‌قرن بیست و یکم نائل آمده). این کلمه دارای مفهوم مشخص و تخطی ناپذیر خود است و کوچک‌ترین عدول از تعریف مشخص آن باعث می‌شود که موقع ترجمه یا Compilation کامپیوتر روی خروجی‌هایش عبارت خطای دستوری یا Syntax Error را چاپ کند. کامپیوتر در این حالت متوقف شده حاضر به‌ادامهٔ کار با خطا نخواهد بود.

با این شیوهٔ برخورد است که ما می‌توانیم به‌کامپیوتر زبان بیاموزیم و ماشین «زبان نفهم» را تبدیل به‌ماشین سخن‌گو کنیم. بگذار اضافه کنم که هم‌اکنون کامپیوترهای سخن‌گو از بسیاری افراد بشر بهتر صحبت می‌کنند. انتظار می‌رود که در آیندهٔ نه چندان دوری کامپیوترها حتا از انسان‌های تحصیل‌کرده

و آگاه نیز به‌مراتب بهتر سخن بگویند، چیزی درحد سخن شعرا. اگرچه بررسی شعر کامپیوتری در حال حاضر پیش از موقع است اما باتوجه به «احساس» پیدا کردن کامپیوترهای جدید می‌توان انتظار شعر کامپیوتری را هم داشت.

آری ماشین با خطا صحبت نمی‌کند و فقط حاضر به «صحیح» صحبت کردن است. با توجه به‌زیست انسانی شاید بتوان گفت که این نخستین بارقهٔ کامل پاکی و حقیقت است. به‌نظر می‌رسد که اولین انسان‌های کامل همین کامپیوترهای اندیش‌مند و با احساس باشند: «و انسان کامپیوتر را به‌شکل خویش ساخت». چه طنز ظریف و لطیفی.

حال به‌عنوان مثال دیگر طیف کلمهٔ «تحقیق» را درنظر بگیر. چپ این طیف از «پژوهش» و «جستجو» شروع می‌شود و تا دست راست آن یعنی تا «قطعیت» و «حتمیت» ادامه پیدا می‌کند. سوآل مشخص این است که آیا یک کلمهٔ متوسط پنج حرفی که در تمدن ما حداکثر می‌تواند $۲^۵$=۳۲ واحد اطلاعاتی بار ببرد اجازه دارد به‌این همه مفهوم دلالت کند یا ما با فقرمان این کلمه را دچار اضافه بار کرده‌ایم؟

صرف‌نظر از صرفه‌جویی‌های زمانی و مکانی در کامپیوترهامان که به‌شدت هم به‌آن نیازمندیم و هرکلمه‌ای از طبیعت حجمی و مفهومی «شاهنشاه» یک نارسایی و اتلاف بزرگ محسوب می‌شود. اگر ما اصرار می ورزیم که منطق ما باید بیانگر «دقیق» مفاهیم ما باشد، در آن صورت ناگزیر از ساختن این کلمات هستیم. اما (و چه امای مهمی هم) نباید فراموش کرد که امکانات این کلمات، اگرچه به‌مراتب گسترده‌تر از امکانات کنونی است، در هر حال بی‌نهایت نیست.

بسیار خوب، این تعداد کلمه، هرقدر هم زیاد، محدود در محدودهٔ ریاضیات گودلی هرگز به بی‌نهایت نخواهد رسید و کثیرالاضلاع به‌دایره تبدیل نخواهد شد. حال کثیرالاضلاع را از سطح دوبعدی بیرون بیاوریم و قضیه را سه بعدی و چهاربعدی و ... در نظر بگیریم.

اواخر بازی شطرنج، گاه حالت «اکراهی» پیش می‌آید و بازی‌کنان به جایی می‌رسند که هرکس بازی را شروع کند خواهد باخت. این مستقل از مقدار زمانی است که نفر بازی‌کننده به‌فکر کردن اختصاص می‌دهد. البته در شطرنج نفری که باید بازی کند مشخص است. زمانی که این نفر می‌تواند به‌فکر کردن اختصاص دهد نیز مشخص است.

هر روز تعدادی بازی شطرنج در جهان به‌حرکت اکراهی می‌رسد و بازی‌کننده بلافاصله یا پس از انجام یکی دو حرکت تسلیم می‌شود. البته امکان این هم هست که بازی کنندهٔ حرکت اکراهی از برتری‌های نوع دیگری برخوردار باشد، به‌عنوان مثال فقط یک ثانیه وقت روی ساعت حریفش باقی مانده باشد یا حریفش ضعیف بوده قادر به‌بررسی حرکت اکراهی نباشد.

این حالت در طبیعت هم دیده می‌شود. مثلا هنگامی که یک سگ و گربه روبه‌روی هم قرار می‌گیرند، به‌شرطی که دست‌آموز نبوده قبراق و دشمن باشند، هر دو حالت آمادگی کامل به خود گرفته بی‌حرکت می‌مانند. طبیعت به‌هر دو یاد داده که شروع کننده بازنده است. اگر گربه اول شروع به‌فرار کند، به‌شرطی که سگ فرز باشد گربه را پاره خواهد کرد. اگر سگ اول حمله کند، به‌شرطی که گربه قبراق باشد، جایش بالای درخت خواهد بود.

بعضی انواع مار، در صحاری خشک، قادر به‌دیدن نیستند و فقط گیرندهٔ صوتی قوی دارند. زمانی که این مار در مجاورت غوک قرار می‌گیرد هر دو کاملا بی‌حرکت می‌شوند. اگر مار کوچک‌ترین حرکتی کند، غوک در خلاف جهت خواهد گریخت و اگر غوک کوچک‌ترین حرکتی کند، عملا جای خود را به‌مار جهنده و سریعی گفته است که بدبختانه هنوز از کسی نشنیده که چه تماشا دارد غوک.

حالت اکراهی در مسائل علمی و زندگی روزمره مرتبا به‌چشم می‌خورد. جبر حرکت و اکراه آن دائمی است. نگرش بحث‌های بین‌المکاتب و تدقیق در

شیوه‌های چالش آن‌ها، تاحدودی پوستهٔ مکاتب را کنار زده به‌ما اجازهٔ دیدن هستهٔ آن‌ها را می‌دهد.

به‌راستی از شطرنج دو مکتب «الف» (A ism) و «ب» (B ism) چه چیز می‌توان آموخت؟

فرض کنیم جنگندگان «الف» و «ب» بازی خود را به‌خوبی بلد باشند و ناظری نیز کار داوری را به‌عهده گیرد. در آغاز آن‌چه داور می‌بیند با آن‌چه آن دو نفر می‌بینند فرق‌های عمده دارد. هرکدام از بازی‌کنان، مکتب خود را طوری تجسم می‌کند که حاکی از عدم وجود مکتب دیگری است و اجتماع این دو مکتب را جمع ضدین می‌بیند، ناظر دارای چنین نظری نخواهد بود. هرکدام از دو بازی‌کن مکتب خود را «حقیقت» می‌بیند در حالی که ناظر هردو را «توضیح» خواهد دید. هرکدام از دو بازی‌کن به‌مکتب خود باور دارد و به‌این جهت حرکت اکراهی را نخواهد دید، ناظر بی‌طرف حرکت اکراهی را هم خواهد دید.

بیاییم دو شانس متساوی به‌هرکدام از دو بازی‌کن برای شروع بازی بدهیم. این شروع از نظر ناظر دارای یکی از دو صورت است:

- سوآل
- نشان دادن مکتب خودی

از نظر شروع کننده این هردو دارای یک معنا خواهد بود.

فرض کنیم که او با سوآل شروع کند. در این‌جا ناگزیریم سوآل را کاملا به‌صورت سوآل دانسته تمامی عوامل نشان دادن را، که در بسیاری از سوآل‌ها موج می‌زند، از آن حذف کنیم.

سوآل کننده به‌سرزمین حریف وارد شده در مرداب‌های ناشناختهٔ آن غرق خواهد شد.

فرض کنیم با نشان دادن مکتب خود شروع کند.

در این صورت تنها کاری که می‌کند باز کردن دست خود برای حریف است. اگر

بخواهد سوآل خود را کامل بپرسد، یا مکتب خود را کامل نشان دهد به‌بی‌نهایت زمان احتیاج خواهد داشت که معنای بازی از بین می‌رود و در نهایت حوصلهٔ طرف سرآمده کار به‌نزاع می‌کشد.

اکنون به حرکت اول حریف بپردازیم، در مقابل اولین حرکت «الف» که یا سوآل بود یا نشان دادن، «ب» جوابی خواهد داشت دقیقا به‌همان صورت، یعنی درمقابل سوآل می‌تواند سوآل کند یا نشان بدهد، در مقابل نشان دادن هم می‌تواند هر دو کار را انجام دهد. در این صورت باز هم به‌بی‌نهایت زمان احتیاج است. پس این مساله چنان که در چشم دو بازی‌کن دیده می‌شود قابل حل نیست.

اما ناظر بیرونی چه می‌بیند؟

ناظر ناآگاهی‌های هر دو را می‌بیند و در می‌یابد این دو هیچ راه دیگری جز دست برداشتن از تعصب خود ندارند.

این کار عملی است، زیرا همین‌قدر که دو مکتب وجود دارد نشان دهندهٔ این واقعیت است که هیچ‌کدام مطلق نیست.

آنان می‌توانند پس از دست برداشتن از اعتقاد و تعصب، خطر اولیه را که جنگ باشد از بین برده سپس شروع به‌شناسایی هردو مکتب نموده مکتب سومی را برمبنای هر دو بسازند. آیا در این‌جا کار تمام است؟ مسلما نه، مکتب سوم که ما در این‌جا آن‌را تز خواهیم نامید مکتبی نیست که بافت مطلق داشته باشد. اگر مطلق بود نیازی به‌ساخته شدن نداشت و از اصل وجود می‌داشت. پس این تز بلافاصله دارای قرینهٔ خود می‌شود که ما آن‌را آنتی‌تز خواهیم نامید. تشخیص نوع این تقارن بستگی به‌نظرگاه‌ها دارد. بازهم باید این عمل را ادامه داد تا به‌سنتز آن برسیم.

ماهیت این مکاتب در این بحث‌ها اهمیت چندانی ندارد چرا که بحث در اطراف فرمول‌ها دور می‌زند و کلی است ولی اگر ضروری است که مسالهٔ خاصی مورد بررسی قرار گیرد می‌توان تفاوت دو فلسفهٔ عمده را که یکی در

مغرب زمین و دیگری در شرق بیش‌تر پا گرفته‌اند به‌نمایش گذاشت.

در حال حاضر چه بگوییم نهاد و بافت اصلی جهان «ایده» است و چه بگوییم «ماده» است فرق چندانی نمی‌کند. ضرورتی ندارد که بافت اصلی جهان ایده یا ماده باشد، چرا حالت سوم نباشد؟ چرا مقداری از هرکدام نباشد؟

مطالعات امروزین کم‌تر با شیوهٔ کلاسیک فوق انجام می‌شود. علت این که شیوهٔ کلاسیک مطالعه کنار گذاشته شده کشف این نکتهٔ ظریف است که مطلق‌گرایی، در تنهایی، خفگی است و سکون، و در جمع، جنگ.

«ایزم» زندان تفکر آزاد است و دقیقا به‌همین دلیل در بحث آزاد به‌دام خواهد افتاد. «الف» برای به‌دست دادن تعریف دقیقی از خود، می‌توانست خود را در تضاد با «ب» تعریف کند. که در این صورت عملا کاری به‌جز جنگ انجام نداده بود. ارائهٔ تعریف از موضع نفی در شان فلسفه نیست. کار سیاست است. در تحلیل دقیق‌تر، مبانی این جنگ خوش‌آیندی‌ها و ناخوش‌آیندی‌های «الف» است که آن‌هم در محدودهٔ عادات، جغرافیا، اقتصاد و... می‌گنجد. در این صورت ما در دست‌مان نه تنها ذره‌ای از حقیقت نداریم، بل‌که حتا ذره‌ای از توضیح نیز نداریم. در این حالت فقط ما باقی می‌مانیم و جنگ.

بر طبق یکی از این مکاتب فلسفی، جواب‌های انسان برمبنای «دارندگی و خواهندگی» آشکار خواهد شد. خوراک بهتر، پوشاک مناسب‌تر، مسکن بهتر، امنیت و بهداشت و تعلیم و تربیت بهتر و... این فلسفه بیش‌تر در مغرب زمین پاگرفته و حکمای بزرگ آن سخن‌ها سرداده‌اند که خلاصهٔ آن در مثلث «مزلا» فرموله شده است.

فلسفهٔ دیگر برای رفاه بهای چندانی قائل نمی‌شود و نیک‌بختی بشری را در «ندارندگی و نخواهندگی» می‌داند. این فلسفه بیش‌تر در مشرق زمین نضج گرفته به‌شاخه‌ها و شیوه‌های گوناگون تقسیم شده است. به‌عنوان مثال در یکی از شاخه‌های عرفان، انسان با گذشتن از وادی‌های «طلب» و «عشق» به «معرفت» دست پیدا کرده «مستغنی» می‌شود و پس از «وحدت» «حیران»

شده در پایان به «فقر و فنا» می‌رسد.
اگر چه هر فرد می‌تواند بر مبنای شرایط خاص خود، خویشتن را با یکی از دو شیوهٔ تفکر بهتر وفق دهد، اما نکته این‌جاست که هیچ حکم کلی از رو در رویی این دو مکتب نمی‌توان به‌دست داد.
ناظری که به‌بحث‌های این دو مکتب به‌عنوان مکاتب «الف» و «ب» گوش فرا می‌دهد بیش‌تر تمایل دارد که هردو آن‌ها را به‌شیوه‌ای تلفیق کند اما با شیوه‌های سنتی، هیچ تز تلفیقی جز در نزاع قَدَر این دو مکتب به‌وجود نمی‌آید. برای یافتن راه‌های جدید باید به واقع در شیوه‌های سنتی تجدید نظر کرد. آیا ما حکمای کلبی را به‌گوشهٔ رینگ کشانده‌ایم؟
صرف‌نظر از «عیب» نسبی بودن و در نتیجه تناقضات ناگزیر داشتن، «ایزم» دارای «عیب» دیگری هم هست که هر آینه بخواهیم «ایزم» را به‌مرحله عمل درآوریم خودنمایی خواهد کرد.
برای توضیح به‌جای این‌که بگوییم «ایزم» غلط است یا عملی نیست، بهتر است مساله را از زاویهٔ خوش‌آیندتری نگاه کنیم.
سوآل اساسی این است که «ایزم» باید دارای چه شرطی باشد تا عملی باشد؟ اگرچه جواب به‌این سوآل نیز ما را به‌ناخوش‌آیندی‌هامان می‌کشاند ولی ناگزیر هستیم که برای یک‌بار هم که شده به‌صورتی جدی به‌این مساله برخورد کنیم.
پیرو مکتب «الف» تعریفی از این مرام می‌دهد که برای خود او ظاهرا خوش‌آیند و ارضاء کننده است و البته حاضر به‌توضیح یا دفاع از آن یا جزئیات آن خواهد بود.
اگر پیرو راستین مکتب الف بخواهد از مطلق‌گرایی بپرهیزد ناگزیر از دادن یک تعریف «نسبی ولی جامع و در ضمن عملی» خواهد بود. قبلا از تضاد «نسبی ولی جامع» به‌حد کافی صحبت کرده‌ایم و دیگر خود را به‌آن مشغول نمی‌کنیم. حال بیاییم به‌مسالهٔ «جامع و در ضمن عملی» بپردازیم.
مکتب الف به‌زعم پیرو آن جامع و عملی است. برای عملکرد چنین مکتبی در

جامعهٔ بشری به‌یکی از سه عامل نیازمند می‌گردیم:

آگاهی.

صمیمیت.

کنترل.

بدون هیچ یک از این سه عامل مکتب الف عملی نخواهد بود. پیرو صادق این مکتب به‌زعم خود، با آگاهی، به‌تعریف مکتب خودی پرداخت، در حرف‌هایش صمیمت داشت و در تضادهای نظم مکتب، با بی‌نظمی‌های فردی که ناشی از وجود جهان خارجی بی‌نظم است، روی خود کنترل نشان داد. حال بیاییم هرسهٔ این مسائل را تک‌تک بررسی کنیم.

اول مسالهٔ آگاهی کامل تمامی افراد بشر است. از آن‌جا که تفکر در مورد مکتب «الف» در مرحلهٔ کنونی دانش بشری ایجاد گردیده است، بی‌نظمی تکاملی حکم می‌کند که در مراحل بعدی فکر بشر، مکتب «الف» به‌تکامل خود دست یابد. از جایی که ما اکنون نشسته‌ایم چه‌گونه می‌توانیم ادعا کنیم روزگاری که تکامل فکری بهتری یافتیم «الف» هنوز هم «الف» باقی می‌ماند؟

برای فرار از این وضع خطرناک، پیرو راستین مکتب الف مجبور خواهد بود که آگاهی خود یا حداقل آگاهی «مبشر» مکتب «الف» را کامل در نظر گرفته منتظر روزی بشود که آگاهی سایر افراد بشر نیز به‌حد آگاهی او برسد و به‌سادگی می‌بینیم که این، توقف حرکت، یا به‌زبان ساده‌تر توقف زمان است. چنین تناقضی پیرو معتقد را وا می‌دارد به‌عامل صمیمیت پناه ببرد و برای عملی شدن «الف» از تمامی مردم بخواهد که صمیمانه آن‌را به‌کار ببندند. در این صورت چه کسی می‌تواند تضمین کند که «ب» جواب نیست؟

سخن همهٔ آن‌ها همان اندازه دقیق و صحیح و با ارزش است که سخن آن دیگری. از زاویهٔ دیگر، مکتب همهٔ آن‌ها همان‌قدر غلط است که مکتب آن دیگری.

و به‌راستی مگر همهٔ آن‌ها همین حرف را نمی‌زنند؟ و طناب دار گناه عـملی نبودن مکتب خود را به گردن دیگران نمی‌اندازند؟ دیگرانی که به زعم آنان، با مکتب‌شان صمیمانه رفتار نمی‌کنند.

به‌این ترتیب «ایزم» باقی می‌ماند و عامل‌آخر، یعنی کـنترل! آری کـنترل بـا هرقدر علامت سوآل و تعجب لازم؟!

کنترل در داخل سیستم «نسبی و جامع ولی در ضمن عملی» تعریف شده از دل این سیستم چـون ضـرورتی بـه‌بیرون مـی‌جوشد، ضـرورت چـاره‌ناپذیر استفراغ.

اما چه‌گونه است که این عامل می‌تواند از درون سیستم بیرون آمده سیستم را برقرار کند؟

کنترل خاصیت اصلی «ایزم» است. تا زمانی که «ایزم» نهضت است این عامل خودنمایی نمی‌کند اما به‌مجرد این‌که «ایزم» تبدیل به‌نظام گردید، تنها عاملی که باعث بقای «ایزم» می‌شود خاصیت درونی آن، کنترل، خواهد بود. کنترل «جان» نظام است.

سوآل مشخص این است که آیا ما که در تابوت‌های ستبر ظلمت‌های نُه‌توی زندان‌های گوناگون خود یعنی تن، زمین، منظومهٔ شمسی و... گرفتار هستیم، نمی‌توانیم بدون برچسب‌ها یکدیگر را دوست بداریم و با هم کار کنیم؟ مگر همین بحث‌ها و اوراق و نوشته‌ها نتیجهٔ یک کار دسته‌جمعی نیست؟

به‌جز کامپیوتر و مودم و تلفن و کاغذ و مداد و جوهر، که از محصولات کـار دسته‌جمعی است مگر غذا و انرژی و گفته‌های بی‌شمار دیگران و... در بافت اصلی این سخنان به‌کار نرفته است؟

نکتهٔ مهم این است کـه صـمیمیت در وجـود مـاست و مـا پـیش از آگـاهی می‌توانیم به‌صمیمیت دست یابیم. ما به‌آگـاهی نـیز دست خـواهـیم یـافت، مشروط براین‌که از پیش، صمیمیت و آگاهی را به‌زندان نیندازیم که در ایـن صورت هردو را از دست خواهیم داد.

«ایزم» به‌معنای امروزهٔ آن ریشه در قرن هیجدهم دارد. در اواخر قرن هیجدهم در اروپا کم‌کم «ایزم»های مختلف شروع به‌جوانه زدن کرد. دو دلیل برای آن مشخص شده است. اول این که متفکرین تنهای آن دوران فکر کردند که اگر با طناب «ایزم» به‌یکدیگر بسته شوند تنهایی‌ها از بین می‌رود و دوم این که خاصیت کار دست‌جمعی در اثر انقلابات گوناگون صنعتی و غیرصنعتی روشن شده بود. ایزم‌ها در دنیای هنر با سرعت و شدت بیش‌تری شروع به‌فوران کرد تا در دنیای سیاست و اقتصاد.

اگرچه هدف اولیهٔ ایجاد «ایزم» صحیح به‌نظر می‌رسید و برای روشن‌تر بیان کردن، تنها نبودن و کار دست‌جمعی پیروان، مناسب تشخیص داده شده بود، ولی بعد مشخص شد که «ایزم» یک زندان فکری است و وجود چنین برچسبی مانع‌آزاد اندیشی.

باورندگان «ایزم» خیال کردند با تغییر یا تکمیل مرام و تبدیل آن به «ایزم» جدید، موفق به‌حل مساله می‌گردند، اما بعدها دریافتند که هرقدر مرام خود را کامل‌تر کرده ابعاد وسیع‌تری به‌آن بدهند، به‌هرحال «ایزم» یک تراوش مغز بشر بوده به‌همین دلیل نسبی و محاط در جهان است. جهان ما زندان کوچکی است که ما در آن گرفتار هستیم. آیا ضرورت دارد که خود زندان کوچک‌تری برای خویش بسازیم؟

دست‌آورد اصلی فلسفی شعر زیبای هایزنبرگ ـ گودل این است که پنبهٔ «ایزم» (ISM) سنتی را از هر نوع و با هر مقدار پی‌رو و هوادار زده است، وگرنه بشر دوست دارد خود دائما زندان‌های کوچک‌تری برای خود بسازد.

البته ایزم، یک ناگزیری بشری است و بشر در هر حالت در قالبی مناسب احوالش جا می‌افتد. معمولا بشر قالب را، ایزم را، برمبنای نیازهایش انتخاب نمی‌کند، برای او انتخاب می‌کنند. اما طبق اثبات گودل، این قالب هرقدر هم فراگیر باشد به‌هرحال زندان لااقل یک بی‌نهایت است، اگر نخواهی خود انسان را صاحب ده‌ها و صدها و هزارها ... و بی‌نهایت بی‌نهایت بدانی.

بی‌نهایتِ انسان در قالب «ایزم» انسان نمی‌گنجد و بالاخره آن را پاره می‌کند. به‌این ترتیب بشر اندیش‌مند نباید قالب خود را مطلق فرض کند و مانند یک زندانی در داخل ایزم خود بنشیند. قضیه به‌مراتب از آن هم فجیع‌تر است و زندانیان هرجایی تاریخ و جغرافیا دائما ما را به‌زندان خویش دعوت می‌کنند و در موارد پیش‌رفته‌تر، اگر حاضر به‌پذیرفتن زندان آنان نباشیم؟ شمشیر.

ایزم را می‌شود مثل سکوهای پرواز و پرتاب درنظر گرفت اما خود این سکوها هم لق هستند و اگر روی آن‌ها با احتیاط و مهارت بندبازان نه‌ایستی می‌لغزی و سقوط می‌کنی. روی این سکوها آن‌قدر باید به‌ایستی تا به‌اندازهٔ کافی اطلاعات راجع به‌سکوهای بهتر و بالاتر به‌دست آوری و آن‌ها را ببینی. یعنی در عمل رشد کنی تا بتوانی سکوی خود را ترک کرده به‌مقام بالاتر یا سکوی بالاتر پرواز کنی.

ایزم را می‌توانی مانند یک پلکان نیز درنظر بگیری که رو به‌بالا دارد و هرکس در جایی است و سخت‌کوشان و هوشیاران به‌سوی بالا در تکاپویند ولی تن‌پروران و تن‌آسانان هرکدام روی پله‌ای لمیده‌اند و با تمهیداتی از نوع منطق پیش از گودلی (لااقل هزار نوعش را می‌توان شمرد) پلهٔ خود را آخرین و بهترین پله و حتا پلهٔ مطلق می‌دانند و روی پله‌شان بیتوته کرده‌اند و همان‌جا را به‌مثابهٔ زندان خود و جهان در نظر گرفته‌اند. غافل از آن که جهان را نمی‌شود گرفت و به زندان انداخت.

من اما تعبیر چرخ فلکی ایزم را دوست دارم. ایزم‌ها مثل صندلی‌های چرخ فلک بزرگی هستند که به تو نظرگاهی برای دیدن دنیا می‌دهند اما این بار این خود دنیاست که جلو نظر تو می‌چرخد. در حالی که پایهٔ چرخ فلک هم روی جای سفت نیست، درفضاست و به‌حرکاتِ نامنظمِ نامرتبِ خود مشغول.

اشکال اصلی ایزم این است که در موضع اثبات می‌ایستد در حالی که در جهان نامنظمی که هر لحظه به سوی بی‌نظمی بیش‌تر می‌شتابد هر موضع اثبات به موضع نفی بدل می‌شود. اکنون وسط این ملغمه آشوب هرج و مرج و

آشفتگی، اگر ذره‌ای شعور و شرف حضور داشته باشد چه‌گونه می‌توان صندلی خود را مطلق خواند؟
اما بگذار ببینم آیا ما زندانیان ابد محبس بی‌دیوار جهان، تا پایان زمان در داخل زندان خود خواهیم بود و حتا تیزپروازترین ابزار فرارمان، اندیشه‌مان، نیز در داخل این سیاه‌چاله محبوس خواهد ماند؟ آیا ما که در آرزوی آزادی می‌سوزیم هرگز ره زین شب تاریک به‌روز نخواهیم برد و با گفتن افسانه‌ای دیگر در خواب خواهیم شد؟
برای جواب باید دید برای این که شکوه و یاس بی‌فروغ صدای زندانی انسان بتواند از این شب منفور نقبی به‌سوی نور بزند به‌چه وسیله‌ای نیاز دارد؟

کامپیوتر ایده آل

منطق گودلی جواب این سوآل را داده است: ما به «کامپیوتر ایده‌آل» نیاز داریم. کامپیوتری که با کمک آن بتوانیم بی‌نهایت کلمهٔ لاغراندام ریزمفهوم بسازیم.
کامپیوتر ایده آل گودلی یا کامپیوتری که برای به‌سامان رسیدن منطق ضروری است کامپیوتری است که دارای سه مشخصهٔ عمومی است.
حافظهٔ نامحدود دارد. بهترین سوپرکامپیوتر فعلی دارای «فقط» چند ترابایت حافظهٔ داخلی است که این مقدار حیرت‌آور حافظه در مقایسه با کامپیوتر ایده‌آل، مغزی به‌کوچکی مغز متحجر حشرات ماقبل تاریخ را تداعی می‌کند. توضیحا بگویم که خود بایت، یک جملهٔ هشت کلمه‌ای است که از هشت واحد اطلاعاتی، «بیت»، تشکیل شده است. هر واحد اطلاعاتی یک انتخاب بین یک آری یا یک نه است. یک چراغ روشن یا خاموش، سیمی که برق دارد یا ندارد.
همچنین کامپیوتر ایده‌آل باید زمان محدودی برای پاسخ‌گویی به‌سوآلات همه جانبه (محاط کردن کثیرالاضلاع در دایره) مصرف کند که به‌بیان دیگر

باید دارای سرعت نامحدود باشد و سرعت یک تریلیون محاسبه در ثانیهٔ بهترین کامپیوترهای کنونی در مقابل آن از سرعت پیش‌رفت مورچه سواری تاریخی لاک‌پشت هم کندتر است.

اما (و نکته هم در همین امای بشری است) کامپیوتر ایده‌آل گودلی باید به‌گونه‌ای باشد که برای حل این مسائل نیاز به‌برنامه‌ای با طول مشخص و ثابت داشته باشد و نیاز به‌تغییر برنامه در طول محاسبات پیش نیاید. که این به‌معنای «سادهٔ» پیش‌اندیشی از (طریق پیش‌بینی) تمام گزینه‌های (آلترناتیو) آینده است. وفراموش نکن که تنها روش مناسبی که ما می‌شناسیم روش آزمون، خطا و تصحیح یا Trial and Error است!

امروزه جهان علم در تمامی جهات با چنان سرعت سرسام آوری منبسط می‌شود که دیگر هیچ کس را یارای احاطه به آن نیست. انبساط دانش‌های نوین، انفجار آتش‌گوی نخستین را به ذهن متبادر می‌کند. مجلات علمی جهان هر روزه در زمینه‌های مختلف، اخبار حیرت‌آور دست‌یابی انسان به قلمرو جدید و ناشناخته‌ای را گزارش می‌کنند.

پیش‌رفت‌های شگرف علمی مرهون دلایل متعددی است که مهم‌ترین آن کشف روش‌شناسی صحیح یا متدولوژی مناسب علمی است. با آن که شیوه‌های مختلفی برای پیش‌برد کارهای علمی ابداع شده است، کل جریان علم، که نه به‌شناختن طبیعت، بل‌که به‌دوباره سازی جهان یا در واقع خلق «جهان مصنوعی» مشغول است.

بدون شیوهٔ «آزمون، خطا و تصحیح» برای سخن گفتن و توضیح پدیده‌ها، یا باید دانای مطلق باشیم که نیستیم، یا باید آخرین سخن جهان را بگوئیم که آخرین سخن‌گوی جهان نیز نیستیم. ما نمی‌توانیم سخن بدون خطا و کامل بگوئیم. شاید علاقهٔ دیوانه‌وار مخربین به نابودی جهان از همین‌جا ناشی می‌شود. آخر مگر نه «من» می‌خواهد آخرین سخن جهان را بگوید؟ اما راز بقای جهان نیز، در شرایطی که بشر رمز نابودی آن را دریافته است، در همین

عطوفت علمی است.

البته برای این که از حالا فکر نکنیم، برنامه‌ای که آمادگی کامل برای برخورد با هر آلترناتیوی داشته باشد «غیر ممکن» است بگوییم، تا همین‌جا هم منظومه‌های (برنامه‌های) کامپیوتری شاعرانهٔ شصت هزار بِیتی، (و بیش‌تر)، کارهایی انجام می‌دهند که از عهدهٔ هیچ بنی بشری که به‌جای خود، هیچ گروه و حزب و دار و دسته‌ای هم ساخته نیست. آیا چنین کامپیوتری دست یافتنی است؟

کری ـ ۳ (CRAY-3) کامپیوتری است که در سال ۱۹۸۸ وارد سرویس شد. دارای ظرفیت مافوق تصور ۸ میلیارد بایت ۸,۰۰۰,۰۰۰,۰۰۰ بایت حافظه و سرعت غیرقابل تصور بیش از ۱/۲ میلیارد ۱,۲۰۰,۰۰۰,۰۰۰ محاسبه در ثانیه بود. در سال ۱۹۹۶ بزرگ‌ترین سوپر کامپیوتر ژاپنی تمامی این مرزها را پشت سر گذاشت. با توجه به این پیش‌رفت‌ها، دانش‌مندان از هم‌اکنون از خود می‌پرسند آیا واقعا در راه رسیدن به «علامه کامپیوتر ایده‌آل» پرشی رخ نخواهد داد؟ کوانتوم کامپیوترهای جدید وقتی وارد سرویس شوند این را به مراتب بهتر می‌کنند.

نکتهٔ جالب این‌که کار هایزنبرگ ـ گودل یک پرش کوانتوم ـ کاتاستروف در زمینهٔ کارهای قبلی است. درست همان‌گونه که شعر امروز با تمام تفاوت‌هایش دنبالهٔ شعر قبلی است. در نتیجه ما نباید فیزیک و ریاضی و فلسفه و منطق و شعر و موسیقی و ... و فرهنگ کهنه را دور بریزیم. اما باید توجه داشته باشیم که موارد مصرف تغییر کرده است. فرهنگ کهنه برای مورخین و باستان‌شناسان و موزه‌داران بسیار هم به‌درد می‌خورد اما، ما باید امروزی و نو باشیم و فرهنگ امروزی مصرف کنیم.

اگر دوست نداشته باشیم که فرهنگ امروزی مصرف کنیم به‌ناگزیر باید با لباس دیروز راه برویم، و در آن صورت به‌جای استفاده از پزشکی نوین و اعمال جراحی باید از ختمی و سه‌پستان استفاده کنیم و به‌جای هواپیما با الاغ

به‌مسافرت برویم (و در دریا لابد سوار ماهی یونس بشویم) و به‌جای برق چراغ موشی روشن کنیم و ...

اما نکته این‌جاست که در هیچ موردی نمی‌توانیمی (یعنی حالادیگر نمی‌توانیم) فراموش کنیم که دنیا نخواهد ایستاد و از آن‌جا که کامپیوتر ایده‌آل در مغز بشر است و ماشین‌های فعلی هرقدر هم کار بکنند باز قادر به حل مساله نخواهند شد بنابراین بشر سخت‌کوش برای زایش کامپیوتر ایده‌آل خواهد کوشید و اگر ما در این قافله پابه‌پا نرویم فاصله‌مان با تمدن به‌گونه‌ای بازگشت ناپذیر غیر قابل جبران می‌شود.

مطلق پنداری

ارسطو مدت بیست قرن سلطان بلامنازع بود. در این فاصله چند دین از جمله مسیحیت و اسلام ظهور کرد. البته ادیان دیگری نیز مانند مانی و مزدک پدیدار شدند که امروزه چندان قوی نیستند. هر دو دین مسیحیت و اسلام برای اثبات وجود خدا از تعالیم ارسطو بهره گرفتند. شیوهٔ ارسطو راه بر ورود همه نوع اندیشهٔ دیگر بست. اکنون بیست و چهار قرن از ارسطو می‌گذرد.

ارائهٔ حل کامل و همه جانبهٔ همهٔ مسایل جهان، جاه‌طلبی بزرگ کمال‌گرایان بوده است. مولوی به این مقوله نگاه کرده:

علتی بدتر ز پندار کمال

نیست اندر جان تو ای ذودلال

دلال = ناز و کرشمه   ذودلال = خودپسند

دو هزار سال اول سیاه و خونبار است. آیا این که ارسطو مدت دو هزارسال، سلطنت استبدادی در پیش گرفت، گناه خود اوست یا به کاستی‌های دیگران بر می‌گردد؟ آیا شخص ارسطو در این موارد به واقع بی‌گناه بوده است؟ و مگر نه این که مطلق پنداری و مطلق انگاری قاطعیت شمشیر را ایجاب می‌کند؟ و مگر نه این که از ارسطوی دانای کل توقع می‌رود که این می‌دانست؟ و مگر نه

این که خودش را محکوم به مرگ کردند تا آنجا ناگزیر به فرار از خانه و کاشانه شد؟

معروف است که افلاتون خدا را به دلایل زیر شکر می‌کرد:

– یونانی آفریده شدم نه بربر.

– آزاد آفریده شدم نه برده.

– مرد آفریده شدم نه زن.

– در عصر سقرات به دنیا آمدم.

ارستو به هیچ دلیلی خدا را شکر نگفت.

از نظر ارستو، جهان و آنچه در اوست، محاط در اندیشهٔ انسان است. محاط در اصل علیّت است. محاط در منطق اعلی است. ریشهٔ اصلی و اولیهٔ منطق ارستو بر سه اصل استوار است:

قانون اول منطق چراغِ روشن، روشن است.

قانون دوم منطق چراغِ روشن، خاموش نیست.

قانون سوم‌منطق چراغ یا روشن یا خاموش و نه چیزی بین این دو است.

به خاطر اهمیت اصلی منطق باید بیش‌تر بکاویم. نام این سه اصل در انگلیسی:

1) The Law of Identity

2) The Law of Noncontradiction

3) The Law of the Excluded middle

زبان مادری من فارسی است اما برخی ترجمه‌های ارستو به ویژه در میدان منطق به گونه‌ای است که ناگزیر می‌شوم از خیر فارسی بگذرم و انگلیسی بخوانم. این سه اصل را در یکی از بهترین اَشکال پذیرفته شده‌اش به صورت زیر ترجمه کرده‌اند:

۱ – اصل اینهمانی

۲ – اصل امتناع تناقض

۳ – اصل طرد ثالث = اصل طرد شقّ میانی

به زبان خودمانی، اصل اول یعنی هر چیزی خودش است. یک سیب، سیب است. اصل دوم یعنی یک چیز ضد خودش نیست. گرم، سرد نـیست. اصـل سوم یعنی یا زنده یا مرده، وسطش چیزی نیست.

حالا بیائیم از دو عدد صفر (۰) و یک (۱) در قوانین منطق استفاده کـنیم و حالت روشن را یک (۱) و حالت خاموش را صفر (۰) در نظر بگیریم.

قانون اول چراغ روشن (۱) روشن (۱) است.

قانون دوم چراغ روشن (۱) خاموش (۰) نیست.

قانون سوم چراغ یا روشن (۱) یا خاموش (۰) و نه چیزی بین این دو است.

در قوانین بالا فقط صفر (۰) و یک (۱) را مشاهده می‌کنیم و چیز دیگری اینجا حضور ندارد. به زبان ریاضی:

یک (۱) یک (۱) است

یک (۱) صفر (۰) نیست

یا یک (۱) یا صفر (۰) و نه چیزی بین این دو.

این منطق نهایتا به حکمی بنیادی تقلیل می‌یابد: «الف» یا «ضد الف». درست یا غلط. در منطق نمی‌توان در آن واحد «الف» و «ضد الف» داشت. مـنطق دوتایی (binary) به «قانون» اساسی اندیشه تبدیل شد. تمامی مکاتب بعدی، از این منطق بهره جستند. بسیاری از این مکاتب، صرفا بر پایهٔ ارستو بنا نهاده شد و منطق «الف» یا «ضد الف» مدت دو هزار سال حاکم مطلق جهان بود. با در اختیار داشتن این قانون، به راحتی می‌توان «دید» اکنون که فقط «الف» درست است و اکنون که «الف» نزد ما است، پس هر غیر «الف» یعنی هـر «غیر ما» نادرست است و می‌توان به نادرستی قـطعی «ب» حکـم کـرد. در حالت‌های بنیادی حتا می‌توان به حذف «ب» فتوا داد. همان گونه که در طول

تاریخ بارها به شکنجه و مثله کردن و سوزاندن فلاسفه و اهل اندیشه حکم داده‌اند.

اهمیت امروزی ارسطو در چیست؟

۱ – بررسی و گزارش پیشینیان.

۲ – شروع تقریبا همهٔ شاخه‌های معرفت بشری.

متدولوژی یا روش تحقیق ارسطو با تغییراتی جزئی در تحقیقات امروز به کار گرفته می‌شود. ارسطو در شروع تحقیق، به شناسائی آن‌چه در آثار پیشینیان وجود داشت می‌پرداخت. این «جستجوی منابع» Literatur Survey است. سپس داده‌های مختلف موجود را گردآوری می‌کرد Data Gathering و به نقد و بررسی اطلاعات و داده‌ها می‌پرداخت و در اصطلاح آن‌ها را پردازش Data Processing می‌کرد. امروزه روش تحقیق کم و بیش شبیه ارسطو است. ارسطو نوعی شاعرانگی پنهان در کار خود نشان می‌دهد. آن طور که ارسطو حرکت و محرک و متحرک را بیان می‌کند، آن جور که مکان و زمان را تبیین می‌کند، آن نتیجه‌گیری درخشان که مجموعهٔ قضیهٔ حرکت، رسیدن به پایداری و آرامش و خیر است، آن طور که ارسطو به جهت حرکات طبیعی به سوی تعادل و خیر و پایداری سخن می‌گوید و طی صفحات فراوان وارد جزئیات می‌شود می‌توان نتیجه گرفت از نظر ارسطو علت حرکت علاقه متحرک به سکون و رسیدن به حالت پایدار است و من دلم می‌خواهد به زبان خودمانی فکر کنم «تیر که از چلّهٔ کمان رها می‌شود می‌خواهد به سکون برسد».

معروف است که اسکندر از ارسطو خواست با دارو یا جادو، از بیراهه و به سرعت هندسه را به او بیاموزد. ارسطو پاسخ می‌دهد «هیچ راه سلطنتی برای آموزش هندسه وجود ندارد. باید بنشینید و بخوانید و یاد بگیرید». به واسطهٔ اسکندر از او نقل است که برای ادارهٔ سرزمین‌های اشغال شده انسان‌های کوچک را به کارهای بزرگ و انسان‌های بزرگ را به کارهای خُرد بگمار.

باستان شناسان در سال ۱۹۹۶ محل مدرسه را کشف کردند که باعث هیجان فراوان نزد اهالی فلسفه و تاریخ علم شد. ارستو راه می‌رفت و فکر می‌کرد و درس می‌داد. امروزه در بسیاری از پارک‌های جهان راه‌هائی برای قدم زدن و فکر کردن درست کرده‌اند که به آن‌ها راه فیلسوف یا philosopher's walk گفته می‌شود.

ارستو پیروان و عشاق فراوان داشت، یکی از مشهورترین آنان، دانته آلیگیری شاعر بزرگ سده‌های میانه بود که معتقد است «آنجا که مسیحیت خاموش است ارستو سخن می‌گوید».

منطق فازی

ارستو چندان مقصر هم نیست. «تعقل» تنها ابزاری است که در اختیار دارد و به همین جهت «عقل» را مطلق انگاشته است. بگذریم که امروز معلوم شده «عقل» نیز محاط است و محیط فرض کردن آن سرچشمهٔ خطاست.

سفید و سیاه فقط دو سر طیف خاکستری ها را نشان می‌دهند و باید گفت که سفید و سیاه، حالت ایده‌آلی از نمایش دو سر طیف است، آن‌چه وجود دارد خاکستری است. سفید یعنی خاکستری بسیار روشن. سیاه یعنی خاکستری بسیار تیره. بقیه هر چه هست خاکستری‌است. خاکستری‌های مختلفی که جهان ما را پر کرده‌اند. دو کلمهٔ سفید و سیاه کاملا شفاف و مشخص هستند. اما کلمهٔ خاکستری شفاف نیست و به مفهومی گنگ مانند رقص سایه‌ها که جهان ما را پر کرده اشاره می‌کند. ریاضیات قدیم به شفاف‌ها مشغول بود. به صفر و یک مشغول بود اما بعدها معلوم شد که «سفید صد در صد» و «سیاه مطلق» وجود ندارد. نمی‌تواند وجود داشته باشد. امروزه شاخهٔ اصلی ریاضیات به خاکستری‌ها، مبهم‌ها و گنگ‌ها می‌پردازد. ریاضیات امروز از بحث‌های مربوط به طیف آغاز می‌شود. قبلا با مقولهٔ «صحیح» و «ناصحیح» سر و کار داشتیم اما اکنون صحنه عوض شده است.

برای رسیدن از سرد به گرم یا از گرم به سرد ناگزیر می‌شویم از تعدادی ایستگاه بین راه عبور کنیم. قطب شمال سرد است، خط استوا گرم است، اما برای رفتن از یکی به دیگری به ناگزیر باید از تعدادی ایستگاه بین راه عبور کنیم. البته ممکن است عبور از سرد به گرم و بالعکس، خیلی سریع رخ بدهد اما در هر حال تعدادی ایستگاه بین راه وجود دارد. داخل فریزر سرد است. بیرون فریزر گرم است. اما برای رفتن از یکی به دیگری باید از پوشش بیرونی بدنه، از جدارهای داخلی بدنه و از پوشش داخلی، یعنی از ایستگاه‌های بین راه عبور کنیم. اگر در فریزر را باز بگذاریم، این ایستگاه‌ها در هوا تشکیل می‌شود و میزان‌الحراره‌هایی که در فواصل مختلف قرار می‌گیرند اعداد مختلفی را قرائت می‌کنند. برای رفتن از سطح زمین، با فشار هوای تقریبا یک اتمسفر، به فضایی که در آن هوا نیست، از تعداد بی‌شماری ایستگاه، با اتم‌های کم و کم‌تر عبور می‌کنیم، به طوری که هیچ جا را نمی‌توانیم به عنوان مرز تعریف کنیم.

اکنون به چراغ‌ها برگردیم و ببینیم روشن بودن چراغ در عمل چگونه و به چه معناست. وقتی چراغ برق را روشن می‌کنیم جریان الکتریسیته به دو سر یک سیم نازک درون لامپ وصل می‌شود. این جریان تولید گرما می‌کند. به تدریج گداخته می‌شود و نور ساطع می‌کند و حالت روشن چراغ پدید می‌آید. وقتی به لامپ روشن نگاه می‌کنیم، مدتی از روشن کردن آن گذشته و گرمای سیم نازک به حد اکثر و حالت پایدار خود رسیده، چراغ روشن به نظر می‌رسد و در طول زمان با نور ثابت می‌درخشد.

حالا دوباره از اول نگاه کنیم و اجازه بدهیم زمان در اصطلاح اهالی سینما «اسلو موشن» یا با دور کُند بگذرد و با گام‌های بسیار آهستهٔ چند هزارم ثانیه‌ای نگاه کنیم. اکنون صحنهٔ دیگری می‌بینیم. کلید برق را که زدیم جریان الکتریسیته با سرعت نور به دو سر سیم نازک منتقل می‌شود. اتم‌های داخل سیم نازک به تدریج (و نه همه با هم) متوجه حضور اختلاف پتانسیل

می‌شوند. به محض دریافت اطلاعات الکتریسیته، اتم‌ها شروع به حرکت می‌کنند و اختلاف پتانسیل دو طرف خود را تبدیل به انرژی جنبشی می‌کنند. در یک مقطع زمانی، در اثر حرکت ذرات داخل اتم‌ها، سیم نازک شروع به گرم شدن می‌کند. از یک جائی به بعد به آرامی گداخته می‌شود و به تدریج از خود نور ساطع می‌کند و روشن می‌شود. در شروع، نور مختصری به بیرون می‌تراود، به تدریج که درجه حرارت بالا رفت مقدار نور بیش‌تر و لامپ روشن‌تر می‌شود، تا جائی که در طول زمان و به تدریج نور آنقدر بیش‌تر می‌شود که به حداکثر مقدار خود می‌رسد. یعنی از لحظهٔ اول ساطع شدن نور، لامپ روشن است و تا رسیدن به مقدار حداکثر تشعشع، دائم روشن‌تر می‌شود. روشن شدن لامپ آنی نیست و تدریجا از نور کم‌تر شروع شده تا به نور بیش‌تر می‌رسد اما چون همهٔ این ماجرا در کسر کوچکی از ثانیه رخ می‌دهد، به نظر ما روشن شدن نور آنی است.

همان گونه که بین روشن‌ها درجات مختلف حرارت و درخشندگی هست، خاموش شدن نیز عینا همین مراحل را برعکس طی می‌کند. از لحظه‌ای که جریان برق را قطع می‌کنیم سیم نازک شروع به خنک شدن می‌کند اما طول می‌کشد تا نور خود را از دست بدهد، تاریکی سیم تدریجی است. از یک مقطع زمانی به بعد به چشم ما نور نمی‌رسد اما اگر با دوربین مادون قرمز نگاه کنیم هنوز گرم است و آن را می‌بینیم.

ده‌ها پارادکس تاریخی برای نمایش این امر وجود دارد. از یک خرمن گندم، یک دانه برداریم و کنار بگذاریم. چه داریم؟ دو مجموعه‌ی متفاوت. یک خرمن در سمت راست و یک دانه در سمت چپ. بعد یک دانه‌ی دیگر برداریم. یک خرمن و یک مجموعه‌ی دو دانه گندم داریم. این کار را ادامه بدهیم تا همه‌ی گندم‌ها به سمت چپ منتقل شود. کجا خرمن سمت راست تمام شد و به دانه رسید؟ دانه‌های سمت چپ کجا به خرمن رسید؟

این‌جا در مورد خاکستری‌ها صحبت می‌کنیم. توجه داریم که سفید و سیاه فقط

دو سر طیف را نشان می‌دهند که فقط دو نقطه هستند. در کارهای پلانک، اینشتین، هایزنبرگ و گودل مشخص شد که «سفید صد در صد» و «سیاه مطلق» وجود ندارد. نمی‌تواند وجود داشته باشد. امروزه شاخه‌ی اصلی ریاضیات به خاکستری‌ها، مبهم‌ها و گنگ‌ها می‌پردازد. ریاضیات و منطق فازی از بحث‌های مربوط به طیف آغاز می‌شود. قبل از فازی، ما با مقوله‌ی «صحیح» و «ناصحیح» سر و کار داشتیم.

بیاییم مانند اولین فازیسین‌ها از پایه شروع کنیم. ما عدد 1 را برای صحیح و عدد 0 را برای غلط در نظر می‌گیریم. اما برای ممکن‌الوقوع چه کنیم؟ فازیسین‌های اولیه عدد $\frac{1}{2}$ را پیش نهاد کرده‌اند.

در واقع از لحظه‌ای که شما معتقد به وجود اعداد بینابین 0 و 1 یا حالت‌هایی بین درست و غلط می‌شوید، تغییرات بنیادین در منطق رخ می‌دهد. این قلب مسأله است. به حالات زیر توجه کنیم:

این حقیقت دارد که فردا باران خواهد بارید.

جمله‌ی منفی به صورت زیر خواهد شد:

این حقیقت دارد که فردا باران نخواهد بارید.

اما آیا این همه‌ی داستان است؟ با جمله‌ی زیر چه کنیم؟

امکان دارد که فردا باران ببارد.

ارزش این حکم 0 یا 1 نیست. ارزش آن $\frac{1}{2}$ است. و روبه‌روی آن به صورت زیر در می‌آید:

امکان دارد که فردا باران نبارد.

ارزش این حکم نیز $\frac{1}{2}$ است. از آن جا که $\frac{1}{2} = \frac{1}{2}$ پس

گزاره = ضد گزاره

یعنی حکم با روبه‌روی خود برابر است. در هر حال اگر نیمی از لیوان پر باشد قاعدتا نیمی از لیوان باید خالی باشد. اگر نیمی از ساختمان ساخته شده است نیمه‌ی دیگر باید ساخته نشده باشد. این نکته که به «جمع ضدین جزیی»

معروف است یکی از نکات اساسی منطق معاصر است.

نکته‌ی مهم این‌جاست که «تناقض جزیی» با «تناقض کامل» تـفاوت دارد. تناقض کامل همان قدر نادر است که سفید یا سـیاه. در واقـع مـا در دنـیای تناقض‌های جزیی زندگی می‌کنیم و احکام ارستو در مـورد امکـان نـاپذیری جمع ضدین، دارای کاربردهای به مراتب کم‌تری از آن‌چه قبلا فکر می‌کردیم شده است.

حرف ما عجیب یا بی‌احترامی به نظر نرسد. اگر لیوان، نیمه پر و نیمه خالی باشد، به معنای آن نیست که تمام پر و تمام خالی است. اما توجه کنیم که جز در دو حالتِ تمام پر و تمام خالی، که دو سر طیف محسوب می‌شود، در بقیه‌ی حالات، لیوان در آن واحد بخشی پر و بخشی خالی است. خود کلمات «نیمه» و «تمام» نیز، به اعتبار پلانک و اینشتین و هایزنبرگ و گودل، دیگر ارستویی نیستند.

در منطق، عملیاتی که به «نقیض» معروف شده، به بررسی امـور «ضـدین» می‌پردازد. این شیوه، احکام را به آنتی‌تز خود تبدیل می‌کند.

در منطق ارستو ما با جدول کوچک زیر سر و کار داریم:

نقیض	**حکم**
0	1
1	0

اما در منطق سه ارزشی جدول به صورت زیر در می‌آید:

نقیض	**حکم**
0	1
$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{2}$
1	0

از آن‌جا که منطق سه‌تایی، در بر گیرنده‌ی 0 و 1 نیز هست، به خوبی قادر به اداره‌ی منطق کلاسیک یا ارستویی نیز می‌شود، اما آن را بازتر کرده و موارد

استعمالش را خواهد گسترد.

منطق سه‌تایی یا سه مقداره، مانند یک گُوِه برای شکستن منطق دو مقداره‌ی کلاسیک ارستو عمل کرد. دیگر لازم نبود که هر چیزی یا صحیح یـا غـلط باشد. حالت دیگری نیز وجود دارد که می‌توان آن را نیمه صحیح یا نیمه غلط نامید.

به محض این که گُوِه‌ی قوی، در منطق مقدس و غیر قابل لمس ارستو شکاف ایجاد کرد، منطق دانان هیچ دلیلی برای توقف ندیدند و به سوی سرزمین‌های ناشناخته‌ی جدید حمله‌ور شدند. چرا فقط یک ایستگاه بینابین؟ در هر حال می‌توان در مرحله‌ی اول بین 0 و 1 به اعداد $\frac{1}{10}$ و $\frac{2}{10}$ و $\frac{3}{10}$ و... $\frac{7}{10}$ و $\frac{8}{10}$ و $\frac{9}{10}$ نیز اندیشید که هر کدام، درجه‌ای از صحیح یا غلط را نمایش می‌دهد. اما قضیه به همین جا خاتمه نمی‌یابد. بین 0 و 1 کلیه‌ی مقادیر زیر خفته است.

0 0.1 0.2 0.3 ... 0.7 0.8 0.9 1

اما بین 0.1 و 0.2 نیز کلیه‌ی مقادیر 0.01 و 0.02 و 0.03 و ... خفته است که هر کدام درجه‌ای از صحیح یا غلط بودن حکم را نشان می‌دهد. ارقام بینابین یا ایستگاه‌های بین راه، یعنی طیف گسترده‌ای که بین دو نهایت سفید و سیاه قرار دارد و خاکستری‌ها را معرفی می‌کند، بی‌نهایت است. به این ترتیب هر حکمی که هر کس، از جمله شـما، صـادر کـنید، دارای درجـاتی از صـحت و درجاتی از خطا است و هیچ حکمی از این مقوله مبرا نیست.

این شـیوه‌ی انـدیشیدن، کـه بـه مـنطق «فـازی» مـعروف شـده، دست‌آورد ریاضی‌دان بزرگ ایرانی، پروفسور لطفی زاده است، که در علم و فـن‌آوری و فلسفه‌ی معاصر انقلاب کرده است. فازی، اندیشه‌ی ما را به مراتب دقـیق‌تر می‌کند. ما به جای این که دارای دو یا سه درجه برای ارزش‌یابی «صحیح»ها و حدس میزان خطاها باشیم، موفق شده‌ایم با دقت به مراتب بیش‌تری بـه «احکام» و به «صحیح‌ها» و به «غلط‌های» خود بنگریم. کمّی کردن مقادیر ارزشی، که قبلا کیفی به نظر می‌رسیدند دست‌آورد بزرگی است که سال‌ها نیز

از نظرها مخفی مانده بود. در آغـاز فـقط ژاپـنی‌ها از آن بـهره بـردند و لنـز هوش‌مند و جاروی برقی هوش‌مند و غواص هوش‌مند و سایر هوش‌مندان مصنوعی را ساختند. شاید به این علت که آنان با اندیشه‌های غیر دوتاییِ بودا و لائودزو آشنا بودند، به این شیوه‌ی نگرش عادت داشتند.

چنین شیوه‌ای امکان می‌دهد با دقت به مراتب بیش‌تر، به مقولات نقیض و جمع ضدین نگاه کنیم. جدول حقیقت یاب در این صورت به شکل زیـر در می‌آید.

نقیض	حکم
0.05	0.95
0.3	0.7
0.63	0.37
0.91	0.09

بلافاصله بعد از این مقدمات، منطق‌دانان چنان کاری با «منطق» کردند که آن را به شکل «شهرفرنگ» در آودند، به طوری که امروزه، آن کس کـه بـر پایه‌ی منطق ارستو استدلال کرده و حکم قطعی سیاه صـادر مـی‌کند، فـقط نادانی و خامی خویش را در معرض دید جهانیان قرار می‌دهد.

یکی از علت‌هایی که صادر کنندگان احکام سیاه، قادر به دیدن منطق نـوین نمی‌شوند، مفهوم پیوستگی است. اتصال و انفصال، دو مقوله‌ی اصلی ایـن منطق است.

بین تناب و زنجیر، کدام متصل و کدام منفصل است؟ در آغاز هیچ مشکلی در پاسخ به این سوآل نداریم. واضح است که زنجیر، حلقه حلقه و منفصل است در حالی که تناب در هیچ جا بریدگی ندارد و متصل است. بین رودخانه و باران نیز انتخاب متصل و منفصل مشکلی ایجاد نمی‌کند. بـاران، قـطره قـطره و منفصل است در حالی که رودخانه متصل است.

اما اکنون که با پایه‌های منطق فازی آشنا شده‌ایم، و می‌دانیم که سخن ما به

ناگزیر در محدوده‌ی خاکستری‌هااست، میزان دقت سخن ما تا چه اندازه است؟

برای پاسخ به این سوآل، بیاییم یک بار دیگر و با دقت، سخن خود را مورد آزمایش قرار دهیم. آن چیست که در ذات سخن ما خفته است؟ آیا به جز این است که حلقه‌های زنجیر به اندازه‌ی کافی بزرگ است که به چشم می‌آید؟ آیا به جز این است که فاصله‌ی قطرات باران به اندازه‌ی کافی زیاد است که مورد توجه قرار می‌گیرد؟ اما آیا وقتی ما در مورد پیوستگی و ناپیوستگی، اتصال و انفصال سوآل می‌کردیم از مقدار فاصله نیز حرف زدیم؟ آیا وسیله‌ای وجود ندارد که به تناب یا به ریزش مداوم آب از شیر آشپزخانه یا جریان رودخانه نگاه کنیم و ببینیم تا چه حد متصلند؟

میکروسکپ معمولی، میکروسکپ الکترونی و نهایتا فیزیک اتمی جواب این سوآل را می‌دهد. جریان دایم و متصل آب، از حرکت قطره‌های مجزای آب تشکیل می‌شود. بین هر دو قطره فاصله‌ی بسیار کوچکی، مملو از گازهای مختلف وجود دارد. هر قطره نیز از تعداد بسیاری ملکول تشکیل شده است. بین هر دو ملکول، فضای بسیار بزرگی خالی است. هر ملکول، از ترکیب سه اتم تشکیل شده است (دو هیدروژن و یک اکسیژن) که در مقیاس اتمی، بین آن‌ها فضای خالی بسیار بسیار بزرگی وجود دارد. هر اتم، از هسته و الکترون دور آن تشکیل شده است که... پس، کدام اتصال؟ کدام پیوستگی؟ کدام حکم قطعی؟

منطق فازی، به راحتی قادر به حل پارادوکس خرمن و دانه‌ی گندم است. با هر یک دانه‌ی گندم که از خرمن بیرون می‌رود، خرمن دارای درجه‌ی عضویت کم‌تری در مجموعه‌ی خرمن‌ها می‌شود. خرمن از 1 شروع می‌کند و آرام آرام پایین می‌آید و به 0.9 و سپس به 0.8 و پایین‌تر می‌رسد. به تدریج نوبت 0.2 و 0.1 است. نهایتا خرمن به 0 خواهد رسید. خرمن در هر لحظه با یک درجه‌ی عضویتِ «حقیقت» هم‌راه است.

فلاسفه‌ی قرن بیستم متوجه شدند که مفاهیم ساده‌تر، تـمایل بـیش‌تری از خود برای شفاف شدن نشان می‌دهند. همان گونه که مفاهیم پیچیده‌تر تمایل دارند که مبهم و نامجمل شوند. لطفی زاده در این مورد به کشف مهمی نایل آمده است. او معتقد است که در جدول زیر، کلماتی که در راست قرار گرفته‌اند به حالات بغرنج‌تری از کلمات چپ اشاره می‌کنند:

فازی	**کمی شفاف**
خط منحنی	خط مستقیم
عاشق	متأهل
دوست	برادر
مردانه	نر

ایده‌ئولوژی‌هایی که در حاکمیت سیاسی قرار می‌گیرند تمایل دارند که خود را صحیح و مطلق و برحق، یعنی از جنس مجموعه‌های 0 و 1 نشان دهند اما برای اداره‌ی دیسـیپلین‌های بـغرنج، حـضور مـفاهیم فـازی ضـروری است. مجموعه‌ی فازی به مراتب بهتر از مجموعه‌ی 0 و 1 قادر به اداره‌ی مفاهیم زندگی واقعی است. از همین رو، اندیشه‌هایی که بالاترین ادعای شفافیت را دارند، به ناگزیر تیغ بر می‌دارند و خـود و جـامعه را بـه پـایین‌ترین درجـات خاکستری تنزل می‌دهند.

در مورد مسایل دو سر طیف، جایی که بیش‌تر مـنتظر 0هـا و 1هـا هسـتیم نکته‌ی مهمی را باید افزود. آنان که بر پایه‌ی منطق 0 و 1 ادعای تبیین مطلق جهان را داشتند، مدت‌ها قبل از پیدایش فازی، در پاسخ مسایلی که به نوعی اندیشگی بشر معاصر را شکل داده است، کوتاه دست مانده‌اند.

متفکر علمی معاصر همواره منتظر بوده است تا پاسخ حواریـون 0 و 1 را در مورد نتایج کارهای فلاسفه‌ی علمی قرن بـیستم، بـه ویـژه در مـورد امـواج احتمالات و کنترل آمار و عدم امکان جـرم بـدون زمـان و عـدم قـطعیت و ناکاملیت بشنود. دقیقا در همین بررسی‌ها مشخص می‌شود که دو سر طیف

خاکستری‌ها، کم رنگ و پر رنگ می‌شود اما به «سفید کامل» و «سیاه مطلق» نمی‌رسد. متفکر معاصر، منتظر پاسخ اصحاب 0 و 1 به صدها مسأله‌ی جدی و مهم دیگر، مانند منطق فاجعه و منطق آشوب مانده است. به عنوان نمونه، نظریه‌ی علاقه به پایداری که امروزه با محاسبات و اندازه‌گیری‌ها پشتیبانی می‌شود، یکی از خطرناک‌ترین دست‌آوردهای اندیشگی است که انسان معاصر نیازمند شنیدن پاسخ حواریون 0 و 1 است. این‌ها مسایلی هستند که با مگاهرتز و یو.اچ.اف. و وی.اچ.اف. و لنز هوش‌مند و سایر هوش‌مندان دست‌ساخته، داخل خانه‌ها شده‌اند و بنیان اندیشگی انسان امروز را به مبارزه طلبیده‌اند. اما لطفا بنگرید که به جای این همه، تاکنون از مطلق گرایان چه شنیده‌ایم و چه دریافت کرده‌ایم؟

بدیهی است منطق‌دان فازی، توقع حل مسایل نوین را از هیچ دستگاه واپس‌مانده‌ای ندارد اما متأسفانه به نظر می‌رسد که مطلق‌گرایان از صورت مسایل و از نتایج فلسفی آن‌ها نیز بی‌اطلاع هستند. مسایلی که تأثیر جدی در اندیشگی و جهان‌بینی اندیش‌مند معاصر دارد و نهایتا در عمل‌کرد روشن‌فکر امروز اثر می‌گذارد.

احکام «حذف صورت مسأله» نیز از همین بی اطلاعی نشأت می‌گیرد. مطلق‌گرایان به عنوان پیش فرض، نمایندگی انحصاری 0 و 1 را برای خود مسلم می‌انگارند و نمی‌دانند که فقط دموکراسی سیاسی است که به یک مجموعه‌ی یونیفورم فازی منتج می‌شود و هر 0 و 1 در مقابل طیف اصلی همان مجموعه، رنگ می‌بازد و کنار می‌رود.

سه دستاور عدم قطعیت هایزنبرگ و ناکاملیت گودل و منطق فازی، تمامی ساختار اندیشگی را زیر و زبر کرده است.

در یک حکومت، در تحلیل نهایی و از نگاه تاریخی، همه چیز به پای اندیشه‌ی حاکم نوشته خواهد شد. راست بدان گونه که در اروپا به پای کلیسا نوشتند. کلیسای کاتولیک، با آن حجم عظیم اطلاعات و معلومات، در مواجهه

با دانش روز، به ناگزیر، بالاخره عقب نشست و گوشه گرفت و به کـار خـود مشغول شد. اندیشه‌های مشابه، یکی از دو سناریو را پیش رو دارند: یا کـنار بکشد، به واتیکان خود برود و آن جا به امور خود مشغول باشد. یا اگر بنا به هر ضرورت سیاسی - اقتصادی، لازم است در متن مسایل حضور داشته باشد و اصطلاحا با دانش‌گاه وحدت کند و به مدیریت بپردازد، باید آن چه را می‌خواهد مدیریت کند بشناسد، چرا که خشونت و انقیاد و حذف انـدیش‌مند، سـرکوب معلول است و هیچ مسأله‌ای را حل نمی‌کند. فراموش نکنیم اما، کـه انسـان معاصر جهانی، پاسخ ما را، پاسخ دین اینجا تلقی خواهد کرد.

گوتلوب فرگه

Gottlob Frege

۱۸۴۸-۱۹۲۵

در دانشکدهٔ مهندسی، درس «ریاضیات جدید» شروع شد. بسیار آرام، معقول و مقبول بود. نظریهٔ مجموعه‌ها و زبان جدیدی که برای انـجام عـملیات روی آن‌ها به کار گرفته می‌شد. منطق در پرتو تحولات ریاضیات و فـلسفه دچـار دگرگونی شده و امروزه منطق بـا زبـان کـاملا ریـاضی (و بـیشتر در تـئوری مجموعه‌ها) بیان مـی‌شود. جـبر بـول را قـبلا درس داده بـودند (ژرژ بـول، ۱۸۶۴-۱۸۱۵، انگلستان، فلسفه - ریاضیات - منطق). از وسـطهای کـتاب درسی دیدم می‌توانم با زبان این ریاضیات کمی حرف بزنم. نوشتنش البـته راحت‌تـر بـود. بـله، مسـتقیما سـخن گـفتن بـا زبـان ریـاضیات! و البـته محدودیت‌های فراوان داشتم. آن زمان به ما تاریخ درس نمی‌دادنـد و فـقط سال‌ها بعد بود که دانستم آن چه درسش را خـوانـده بـودم مـقدمهٔ «مـنطق ریاضی» بود. به نرمی و سهولت و ندانسته و نخواسته وارد فضای منطق زبان شده بودم. بعدها در کارهای ویتگنشتاین دیدم دین خود به فرگه را اذعان کرده است (لودویگ ویـتگنشتاین، ۱۹۵۱-۱۸۸۹، اتـریش - انگـلستان، مـنطق

ریاضی – فلسفۀ زبان). امروز در اغلب دانشگاه‌های دنیا منطق ریاضی تدریس می‌شود.

فرگه ریاضی‌دان آلمانی است که از ریاضیات وارد منطق و از آنجا وارد فلسفه شد. زندگی شخصی و حرفه‌ای دشواری داشت. پدر فرگه (۱۸۶۶–۱۸۰۹) دبیرستان تأسیس کرد و خودش مدیر آن بود و تا پایان عمر به این کار اشتغال داشت. در هنگام فوت، فرگۀ جوان ۱۸ سال داشت. مادر فرگه(۱۸۹۸–۱۸۱۵) معلم همان مدرسه بود و پس از فوت شوهرش مدیر مدرسه شد. فرگه در سال ۱۸۶۹ در ۲۱ سالگی برای خواندن ریاضی وارد دانشگاه ینا شد. در ۱۸۷۱ در ۲۳ سالگی به دانشگاه گوتینگن، قبلۀ ریاضیات جهان منتقل شد و در سال ۱۸۷۳ در ۲۵ سالگی از گوتینگن دکترای ریاضی گرفت. در این سال به دانشگاه ینا برگشت و به تدریس مشغول شد و تا پایان آن‌جا ماند. اگر چه فرگه مدارج ترقی را از استادیاری تا دانش‌یاری و استادی به سرعت پیمود اما پنج سال اول به او حقوق نمی‌دادند و تدریس او افتخاری بود در نتیجه و به ناگزیر برای امرار معاش از مادرش کمک مالی می‌گرفت. در سال ۱۸۸۷ با آنالیسبرگ (۱۹۰۴–۱۸۵۶) ازدواج کرد. فرگه در این موقع ۳۹ سال داشت. آن‌ها از این ازدواج صاحب دو فرزند شدند که هر دو در کودکی از دنیا رفتند. سال‌ها بعد فرگه و همسرش یک پسر به نام آلفرد را به فرزند خواندگی پذیرفتند. همسرش در سال ۱۹۰۴ در ۴۸ سالگی هنگامی که فرگه ۵۶ سال داشت از دنیا رفت. در سال ۱۹۱۸ در هفتاد سالگی بازنشسته شد و در ۱۹۲۵ در سن ۷۶ سالگی از دنیا رفت.

تحقیقات فرگه زیر سه سرفصل «فلسفه» – «منطق ریاضی» – «فلسفۀ زبان» جمع‌بندی می‌شود. فرگه ابداع کنندۀ منطق ریاضی است و به خاطر نوشته‌هایش در زمینه‌های «فلسفۀ ریاضی» و «فلسفۀ زبان» امروزه او را به عنوان پدر «فلسفۀ تحلیلی» می‌شناسیم. فرگه در بسیاری از زمینه‌های ریاضیات – فلسفه – منطق مانند «نظریۀ حقیقت» و «نظریۀ معنا» کار کرد اما

ما فقط به منطق ریاضی نگاهی گذرا می‌اندازیم.

دانشجویان فرگه گفته‌اند که شخصیتی به شدت درون‌گرا داشت. به ندرت با کسی گفت‌وگو می‌کرد. او یک طرفه سخن می‌گفت و درس می‌داد. همیشه رو به تختهٔ سیاه داشت اما در همان حال طنز سیاه به کار می‌گرفت و گاه متلک‌های تلخ و گزنده می‌گفت. او با همکارانش حداقل ارتباط را داشت فقط با رودلف یوکن Rudolf Eucken فیلسوف که همکارش بود مدت چهل سال معاشرت حرفه‌ای فلسفی داشت (رودلف یوکن، ۱۹۲۶–۱۸۴۶، آلمان، فلسفه). یوکن مانند راسل و سارتر (ژان پل سارتر، ۱۹۸۰–۱۹۰۵، فرانسه، فلسفه) جزو معدود فلاسفه‌ای است که جایزهٔ نوبل ادبیات برده است (۱۹۰۸).

موقعی که فرگه کار خود را شروع کرد اوضاع ریاضیات مغشوش به نظر می‌رسید. سه مسألهٔ حل نشده از یونان باستان به ارث رسیده بود. تربیع دایره که به معنای ترسیم یک مربع و یک دایره با مساحت‌های مساوی است. تضعیف مکعب که به معنای ساختن دو مکعب است به گونه‌ای که حجم یکی برابر با نصف حجم دیگری باشد. تثلیث زاویه که به معنای تقسیم یک زاویه به سه قسمت مساوی با کمک خط‌کش و پرگار است.

از یونان باستان پارادوکس (غلطنما) هم به روزگار فرگه رسیده بود. در این زمان از فرما ریاضی دان قرن ۱۷ فرانسه نیز مسألهٔ حل نشده در میدان اعداد صحیح و مثبت باقی مانده بود. به طور کلی ماجرا از این قرار بود که مبانی ریاضیات کلاسیک محکم نبود و به عنوان مثال هیچ کس نمی‌دانست عدد چیست؟ اما آن‌چه از همه مهم‌تر می‌نمود و فرگه را به خود مشغول کرد منطق ارستو بود که در برخی زمینه‌ها کوتاه دست می‌ماند. فرگه جلو آمد و یک تنه به مسألهٔ اصلی یا آن چه امروز به آن منطق ریاضی یا منطق مدرن می‌گوئیم پرداخت. امروزه وقتی از منطق نام می‌بریم منظور منطق ریاضی است.

فرگه سوآل‌های اساسی مطرح کرد و کوشید به آن‌ها پاسخ بگوید: «اندیشه چیست؟» – «معنا چیست؟» – «حقیقت چیست؟». فرگه در فلسفهٔ زبان با

حرکتی انقلابی شروع کرد که ویتگنشتاین کلمه به کـلمه در کـار خـود آورده است: «واحد معنا دار کلمه نیست، جمله است و باید کلمه را در بطن و متن جمله معنا کرد.»

با آن که فرگه دست‌آوردهای بزرگ داشت، تا آخر عمر ناشناخته باقی ماند و مورد بی‌مهری معاصرانش واقع شد. بخشی از آن به خاطر نوشتار غیر متعارف و شیوهٔ نگارش دشوارخوان فرگه بود که متن او را دور از دسـترس مـی‌کرد، بخش دیگر هم به خاطر سلطنت مطلق و جا افتادهٔ دوهزار سالهٔ منطق ارستو بود که هر تلاشی را برای کنار گذاشتن آن بیهوده جلوه می‌داد. در هر حال این معلم ریاضی دانشگاه ینا «که» باشد که بخواهد به مصاف ارستوی کبیر برود؟! و البته درک کار عظیم فرگه در آن زمان چندان آسان نبود زیرا روند کارها مثل امروز نبود که کار به مدارس کشیده است. شهرت فرگه بعدها به واسطهٔ توجه برتراند راسل و سپس ویتگنشتاین پیش آمد.

اگر چه امروزه درک کارهای فرگه آسان است اما برای بیان دقیق آن زبان و علائم ریاضی لازم است. کتاب‌های فرگه با ریاضیات شروع می‌شود و مملو از علائم ریاضی است. حتا منطق و زبان فرگه به زبان ریاضی بیان شده و در آن‌ها کاربرد جملات منطق متعارفی کلاسیک کم‌تر دیده می‌شود اما ما برای توضیح منطق ریاضی از کاربرد زبان ریاضی پرهیز می‌کنیم و با زبان معمولی – هر چند غیر دقیق – صحبت خواهیم کرد.

فرگه عملا نشان داد رابطهٔ دو طرفهٔ عمیقی بین منطق و ریاضیات وجود دارد، ریاضیات از دل منطق بیرون آمده همان گونه که منطق از ریاضیات منشعب می‌شود. به بیان فنی: «بین منطق و ریاضیات همپوشانی وجود دارد». بعد از فرگه جدا کردن منطق و ریاضی بی‌معناست و از آن بی‌معناتر استناد به منطق تعطیل شدهٔ کلاسیک است، گو این که هنوز بسیار افراد به آن اصرار می‌ورزند.

تمام ریاضیات دارای ساختمانی کم و بیش به شکل زیر است:

(a) – در آغاز با یک یا چند بازیگر که آن‌ها را «بدیهی» می‌انگاریم مقدمه را

می‌سازیم.

(b) – حداقل یک «دستورالعمل» یا شیوهٔ رفتار که آن را نیز «صحیح و بدیهی» می‌انگاریم تعریف می‌کنیم.

سپس از (a) شروع می‌کنیم و با استفاده از (b) به نتیجهٔ (c) می‌رسیم و در می‌یابیم از مقدمهٔ ما چه نتیجه‌ای حاصل می‌شود. یعنی تمام ساختمان ریاضی این گونه است که: «از این مقدمه، با این روش، چه نتیجه‌ای پدید می‌آید؟»

نکتهٔ اصلی بحث این جا است که (b) ممکن است به بسیاری از جاها منتهی شود اما تنها کاری که نمی‌تواند بکند این است که صحت (a) را اثبات کند. اگر بخواهد (a) را اثبات کند به نوعی دور باطل منتج می‌شود زیرا قبلا (a) را بدیهی انگاشته و بر مبنای آن شروع کرده است. «مار نمی‌تواند دم خود را بخورد».

از طرف دیگر (b) نمی‌تواند صحت خود (b) را نیز به اثبات برساند. صحت (b) جزو پیش فرض‌های ساختمان بوده است.

از آن جا که (a) و (b) هر دو اثبات نشده – و بدیهی انگاشته شده – هستند پس برهان ریاضی از مقدمهٔ اثبات نشده شروع شده با روش اثبات نشده حرکت می‌کند و به نتیجه می‌رسد. آیا می‌توان در مورد صحت نتیجه حکم داد؟ کاری که ریاضیات می‌کند این است که از (a) اثبات نشده با (b) اثبات نشده به (c) می‌رسد. با هیچ وسیله‌ای نمی‌توان در مورد صحت (c) حکم کرد. از آن‌جا که همهٔ ریاضیات به همین ترتیب عمل می‌کند فرگه بر این باور شد که ریاضیات هیچ تکیه‌گاه محکمی ندارد. او قدم اصلی ریاضیات خود را با علم «حساب» برداشت و کوشید نشان دهد تمام (a)های بدیهی و (b)های ثابت نشده که باعث به وجود آمدن ساختمان ریاضیات است قابل نتیجه‌گیری از «منطق» است. به این شیوه بود که فرگه ریاضیات را از منطق نتیجه گرفت و باعث استحکام و اعتبار ریاضی شد.

با عملکرد به شیوهٔ فوق می‌توان احکام منطق را نیز از ریاضیات نتیجه گرفت. دیده می‌شود ریاضیات و منطق دارای همپوشانی گسترده هستند و منطق کلاسیک دارای اعتبار کلی نیست و فقط جزء کوچک و حالت خاصی از منطق ریاضی یا منطق مدرن است. فرگه منطق را کمّی کرد به طوری که پس از آن قادر شد با عناصر منطق مانند عوامل ریاضی رفتار کند و روی آن‌ها عملیات جبری انجام دهد.

کار مهم دیگر فرگه آزاد کردن فلسفه از قید نفس (روان آدمی = روانشناسی) بود. سؤال اصلی «علم» این است که «الزاما چه چیزی از چه چیزی نتیجه می‌شود یا نتیجه نمی‌شود؟» منطق ریاضی فرگه نشان داد که در هر دو حالت این قضیه هیچ ارتباطی به روان آدمی ندارد. منطق ارستو که به «قانون اساسی اندیشه» تبدیل شده بود به یک باره پایهٔ خود را از دست داد.

دانش‌های بشری را زیر سرفصل چهار رابطه می‌توان دید:

۱ – رابطه جهان با جهان

۲ – رابطه جهان با انسان

۳ – رابطه انسان با جهان

۴ – رابطه انسان با انسان

سهم بزرگ و اصلی را رابطهٔ شمارهٔ ۱ دارد که ما از آن هیچ نمی‌دانیم زیرا به محض وقوف تبدیل به رابطهٔ ۲ می‌شود. رابطهٔ جهان با جهان رابطه‌ای دائمی است که تأثیرات مهم روی زندگی ما دارد اما ما از آن بی‌خبریم. آن ذرّهٔ اتمی که هنوز کشف نشده یا آن انفجار کهکشانی که هنوز از آن اطلاعی نداریم رابطهٔ (۱) را می‌سازند. این رابطه هنگامی که به شناخت انسان در می‌آید تبدیل به علم می‌شود و در عمل از میدان رابطهٔ جهان با جهان خارج شده و وارد طبقه بندی رابطهٔ جهان با انسان (۲) می‌شود. تا زمانی که رابطهٔ (۱) به شناخت در نیامده جزو تقدیر است. این تقدیر روی سرنوشت بشر تأثیر هم دارد. بعضی آن را ماوراءالطبیعه یا متافیزیک هم خوانده‌اند. دامنه‌اش هم به

گستردگی دامنهٔ جهان است. در مورد رابطهٔ اول یا متافیزیک هیچ نمی‌توانیم بگوئیم زیرا به محض آن که هر چه بگوئیم از متافیزیک خارج شده و وارد جهان فیزیک می‌شود. به این ترتیب دیده می‌شود که همیشه متافیزیک وجود خواهد داشت. با پیشرفت فیزیک، کرهٔ فیزیک بزرگ‌تر می‌شود اما در همین حال متافیزیک نیز بزرگ‌تر خواهد شد. متافیزیک دائما با پیشرفت دانش، بخشی از قلمرو خود را به فیزیک تسلیم می‌کند اما نه تنها هرگز از بین نخواهد رفت، بلکه بزرگتر هم خواهد شد. دانش ما محدود و نادانی ما نا محدود است. برخورد انسان‌ها با متافیزیک دوگانه است.

۱ - عده‌ای به پرستش متافیزیک می‌پردازند.

۲ - عده‌ای صبوری به خرج داده و در مرزهای فیزیک معتقد به ظهور شخص و شیوه‌ای خواهند شد که یک گام دیگر بردارد و پاسخ سوآل بعدی را بدهد.

ما نمی‌توانیم بگوئیم متافیزیک چیست زیرا به محض آن که چیزی بگوئیم و به متافیزیک، اسم، صفت یا فعلی را نسبت دهیم، متافیزیک را وارد رابطه (۲) یعنی جهان با انسان می‌کنیم یعنی عملا متافیزیک را به فیزیک تبدیل کرده‌ایم. ما فقط می‌توانیم از مرزهای جهان فیزیک سخن بگوئیم که عملا مرز بین جهان فیزیک و ناجهان متافیزیک است. در هر سیستم فکری، خواه علمی خواه الهیاتی، نیاز به فرض وجود یک نفر است تا بیاید و مسایل باقی مانده را حل کند.

رابطهٔ دوم یا جهان با انسان، مانند «باران» بر سر انسان می‌بارد و شناسائی آن عموما در آن‌چه به علوم پایه شهرت یافته صورت می‌پذیرد. رابطهٔ جهان با انسان مثل همهٔ اتفاق‌های اطراف یا محیطی است. سیل که آدم را می‌برد یا آتش‌فشان که خانهٔ انسان را خراب می‌کند جزو این رابطه به شمار می‌آید. این رابطه همیشگی است یعنی جهان همیشه با انسان رابطه دارد.

رابطهٔ سوم شامل همهٔ کارهائی است که ما با دنیا می‌کنیم. مدیریت رابطهٔ سوم یا انسان با جهان، مانند «چتر» که در مقابل باران باز می‌شود، نهایتا

وظیفهٔ تکنولوژی است و انسان با آوردن فنون جدید آن را اداره می‌کند. جلو سیلاب سد می‌بندیم یا زمین‌های جهان را تغییر می‌دهیم و برای خودمان خانه یا جاده می‌سازیم یا دریاها را عقب می‌رانیم و برای خودمان زمین به دست می‌آوریم. چتر و سد و آنتی بیوتیک، نمودهایی از رابطهٔ انسان با جهان است.

رابطهٔ چهارم یعنی رابطهٔ انسان با انسان است. مجموعهٔ دانش‌های تشکیل دهندهٔ این رابطه و شناسائی اجزاء این سرفصل کلی، در توده‌ای از دانش‌های ریزتر انجام می‌شود که به آن‌ها علوم انسانی می‌گوئیم. در زمان فرگه مهم‌ترین بخش آن را زیر سرفصل روانشناسی می‌دیدند.

منطق ارسطو که در اصل برای میدان چهارم تعریف شده بود تا در بحث‌های مختلف به مچ‌گیری بپردازد و در جدل به پیروزی برسد، جای خود را به منطق ریاضی که در میدان سوم است داد.

فرگه همیشه به شاگردان خود می‌گفت: «هرگز منطق ریاضی را با روانشناسی مخلوط نکنید». فرگه بارها از امکان‌ناپذیر بودن «آلیاژ» منطق و روانشناسی سخن گفته است.

امروزه هرگاه سخن از منطق ریاضی پیش می‌آید منظور منطق عام یا فراگیر است و بالعکس، هر وقت می‌گوئیم منطق منظور منطق ریاضی است. منطقِ قبل از فرگه امروزه کنار گذاشته شده. فرگه در منطق انقلاب بزرگی انجام داد، اشکالات و کاستی‌های منطق کلاسیک را به روشنی نشان داد و به سلطنت دو هزار سالهٔ ارسطو پایان بخشید.

از فرگه نقل است: «هر ریاضی‌دان قابل، لااقل یک نیمه فیلسوف است، همان گونه که هر فیلسوف مسلط، لااقل یک نیمه ریاضی‌دان است.»

کار اصلی فرگه در زمینهٔ منطق ریاضی کتاب BEGRIFFSSCHRIFT است که در سال ۱۸۷۹ هنگامی که فرگه ۳۱ سال داشت منتشر شد. این واژه که از کارهای لایب‌نیتز، فیلسوف و ریاضی دان آلمانی ۱۷۱۶–۱۶۴۶ گرفته شده به

معنای «متن مفهومی» است. این کتاب از بالا تا پائین به زبان بسیار دشوار ریاضیات فرگه است. فرگه ریاضیات خود را روی دو خط مـی‌نوشت، چـیزی شبیه به نت‌های موسیقی که برای ساز پیانو می‌نویسند. جـزئیات ریـاضی و علائم منطق فرگه امروزه کنار گذاشته شده است. وجوه مدرن و امروزی آن به وسیلهٔ فرزندان فکری او پدید آمده که با آن‌ها بهتر می‌توان کار کرد. پایهٔ اصلی منطق ریاضی فرگه بر روی عناصری است که می‌توانند در یک مجموعه گرد آیند.

فرض فرگه بر آن است که تمام اعضاء یک مجموعه، عضو آن مجموعه‌اند. این فرض در نگاه نخستین بدیهی به نظر می‌رسید و تا قـبل از پـارادوکس راسل پا بر جا بود. اعداد صحیح و مثبت ۱ و ۲ و ۳ و ۴ و... در مجموعهٔ اعداد صحیح گرد می‌آیند و دانش‌آموزان کلاس سوم دبیرستان «ف» در مجموعهٔ دانش‌آموزان کلاس سوم گرد می‌آیند.

فرگه معتقد بود «تمام مردم روستا جزو مجموعهٔ روستا هستند». فرگه کتاب خود را بر همین مبنا نوشت. بعدها راسل در پـارادوکس مشـهور خـود نکـتهٔ دیگـــری را نشـــان داد. در ســـال ۱۹۰۲ یـعنی ۲۳ ســـال بـعد از انـــتشار BEGRIFFSSCHRIFT فرگه نامه‌ای از برتراند راسل دریافت کرد که در آن پارادوکس راسل مطرح شده بود. این پارادوکس نیز به زبان ریاضی است اما به زبان غیر ریاضی خودمانی به این صورت است:

در روستا فقط یک سلمانی برای تراشیدن ریش مردم زنـدگی مـی‌کند. ایـن سلمانی فقط و فقط ریش مردانی را می‌تراشد که خودشان ریش خودشان را نمی‌تراشند. اکنون سوآل پارادوکس این است که «ریش خـود ایـن سـلمانی ریش‌تراش را چه کسی می‌تراشد؟»

۱ – اگر خودش ریش خودش را بتراشد نباید به وسیلهٔ سلمانی ریش تراش (یعنی خودش) ریشش تراشیده شود.

۲ – اگر او ریش خودش را نتراشد مجبور است نزد سـلمانی

ریش تراش (یعنی خودش) برود تا ریشش را بتراشد.

به این ترتیب راسل مجموعه‌ای را نشان داد که یکی از اعـضاء آن جـزو آن نیست. این پارادوکس، فرگه را متوجه اشتباه خود کرد.

با آن که فرگه کارهایش را در زمان خود منتشر کرد امـا نـاشناس مـاند و تـا سال‌ها بعد جز راسل و ویتگنشتاین کسی به آن‌ها رجوع نکرد. وایتهد و راسل در مقدمهٔ پرینسیپا ماتماتیکا (۱۹۱۳-۱۹۱۰) یعنی بزرگ‌ترین کـتابی کـه در مبانی ریاضیات نوشته شده گفته‌اند: «در همهٔ مسایل مربوط به منطق تحلیلی بیش از همه مدیون فرگه هستیم». فرگه بسیاری از درهای فلسفه نوین را به روی محققان گشود و بعدها دیگران راه را با موفقیت پیمودند. اگر چه کارهای فرگه در زمان خود ناشناس ماند و امروزه در زمینهٔ منطق ریاضی اهمیت خود را از دست داده اما تأثیرات شگفت‌انگیزی در پیشبرد زمینه‌های مـختلف در قرن بیستم داشت و تحقیقات فرزندان اندیشگی‌اش مانند راسل، ویتگنشتاین و رودلف کارناپ (۱۹۷۰-۱۸۹۱ آلمان - آمریکا، فیلسوف، مورخ علم) که راه او را در زمینه‌های مختلف ادامه دادند از درجهٔ بالای اهمیت برخوردار است. در سال ۱۹۱۳ رودلف کارناپ دانشجوی فرگه شد و در سال‌های ۱۹۱۱ و ۱۹۱۲ و ۱۹۱۳ ویتگنشتاین به ملاقات فرگه رفت و آموزش‌های پایه‌ای از او گرفت. ویتگنشتاین می‌گوید: «در بسیاری از اندیشه‌های خود مدیون فرگه هستم».

آلفرد نورت وایتهد

Alfred North Whitehead

۱۹۴۷-۱۸۶۱

ریاضی‌دان، منطق دان و فیلسوف مهم نیمهٔ دوم قرن نوزدهم و نیمهٔ اول قرن بیستم بود. در ایالت کنت انگلستان به دنیا آمد. در مدرسه کاپیتان تیم راگبی بود. در نوزده سالگی با بورس تحصیلی وارد کالج ترینیتی دانشگاه کمبریج شد و به تحصیل ریاضیات در مکتب ریاضی پیشرفتهٔ انگلستان پرداخت. وایتهد

بلافاصله پس از فارغ التحصیلی به تدریس مشغول شد. از سال ۱۸۸۴ تا سال ۱۹۱۰ در کالج ترینیتی دانشگاه کمبریج تدریس کرد. یکی از پایه‌های شهرت وایتهد تدریس‌های او در زمینهٔ ریاضیات و فلسفه و منطق بود.

در سال ۱۹۰۳ به عنوان عضو انجمن سلطنتی انگلستان پذیرفته شد. در سال ۱۹۱۰ از استادی دانشگاه کمبریج دست کشید، استعفا کرد و به لندن رفت. پس از یک سال بیکاری در یونیورسیتی کالج دانشگاه لندن به سمت استادی انتخاب شد اما آنجا برای او امکان تحقیق و ترقی وجود نداشت. در سال ۱۹۱۴ در امپریال کالج دانشگاه لندن با سمت استاد ریاضیات کاربردی انتخاب و مشغول تدریس و تحقیق شد.

در سال ۱۹۲۱ در شصت سالگی به اجبار بازنشسته شد و از خدمات آموزش عالی انگلستان کنار رفت. البته به خاطر دستاوردهای عظیمش به او اجازه دادند تا ۶۵ سالگی به فعالیت‌های دانشگاهی ادامه دهد.

در سال ۱۹۲۴ وایتهد پست پروفسور فلسفه را در دانشگاه هاروارد پذیرفت و به آمریکا رفت. وایتهد تا سال ۱۹۳۷ که بازنشسته شد در دانشگاه هاروارد به تدریس و تحقیق ادامه داد.

کار وایتهد به سه دوره تقسیم می‌شود:

دورهٔ اول اقامت در کمبریج از ۱۸۸۴ تا ۱۹۱۰ که روی ریاضیات و منطق ریاضی کار می‌کرد و حاصل آن کتاب پرینسیپا ماتماتیکا است.

دورهٔ دوم اقامت در لندن از ۱۹۱۰ تا ۱۹۲۴ است که تمرکز اصلی‌اش روی فلسفهٔ علم و فلسفهٔ آموزش بود.

دورهٔ سوم از ۱۹۲۴ به بعد در دانشگاه هاروارد است که وایتهد روی متافیزیک متمرکز شده بود.

وایتهد در سال ۱۹۴۷ از دنیا رفت و بنا بر وصیت خودش، همسرش تمام کارهای منتشر نشده‌اش را سوزاند که باعث تأسف عمیق آکادمیسین‌های پیرو

مکتب وایتهد گردید. البته وایتهد معتقد بود که افکار و عقاید و تحقیقات او باید فقط بر مبنای آثار منتشر شده‌اش مورد بررسی و داوری قرار گیرد.

وایتهد در بسیاری از دانش‌های بشری تحقیق کرده و آثار فراوانی از خود به جا گذاشته است. کارهای او در زمینه‌های فیزیک – ریاضی – منطق – فلسفهٔ علم و فلسفهٔ زبان است. او کتاب درخشان «اصول ریاضیات» را با شاگرد سابقش برتراند راسل منتشر کرد.

گسترهٔ آثار وایتهد وسیع است و امکان خلاصه کردن آن در حجم کم وجود ندارد. یکی از تأثیرگذارترین فلاسفهٔ قرن بیستم است و در کتاب «اصول ریاضیات» به دستاوردهای مشابه فرگه رسید و آن را جلوتر برد.

روی جلد چاپ اول مهم‌ترین کتاب وایتهد می‌خوانیم:

PRINCIPIA

MATHEMATICA

اصول ریاضیات

آلفرد نورت وایتهد

و

برتراند راسل

اسم کتاب اصلی و مهم نیوتن هست:

Philosophiae Naturalis PRINCIPIA MATHEMATICA

«اصول ریاضی فلسفهٔ طبیعی»

و همین نشان می‌دهد که وایتهد و راسل خواسته‌اند بگویند کارشان به اهمیت کار نیوتن است. کار وایتهد و راسل مهم هست اما به اهمیت کار نیوتن نیست. چاپ اول این کتاب در سال ۱۹۱۰ بود و یکی از مهم‌ترین کتاب‌های قرن بیستم است.

کتاب وایتهد و راسل تا سال ۱۹۱۳ مورد بازبینی و ویرایش آنان قرار گرفت و نسخهٔ نهائی آن در ۱۹۱۳ به چاپ رسید.

هدف کتاب این است که مجموعه‌ای از «اصول متعارفی» و «قوانین استدلالی» را به وسیلهٔ نمادهای منطق تشریح کند که بعد به وسیلهٔ آن بتوان تمام نتایج ریاضی را به اثبات رساند.
اگر به کار فرگه برگردیم، وایتهد و راسل به دنبال این بودند که تمام (a)ها و تمام (b)ها را تشریح کرده و توضیح دهند، به طوری که بتوان به تمام (c)ها رسید. منظور از تمام (c)ها یعنی تمام نتایجی که تاکنون ریاضیات به آن‌ها رسیده و تمام آن‌ها که بعدا و در آینده در ریاضیات کشف خواهد شد.
این کتاب سه جلدی ۲۰۰۰ صفحه‌ای، عظیم‌ترین کار ممکن در ریاضیات، منطق ریاضی و ریاضیات کاربردی بود. وایتهد و راسل نه تنها با سطوح بالائی و میانی ریاضیات کاری نداشتند بلکه با چنان جزئیاتی در سطوح پائینی و پایه‌ای ریاضیات و منطق ریاضی کار کردند که تا صفحهٔ ۸۶ جلد دوم طول کشید تا بتوانند ثابت کنند ۲=۱+۱
وایتهد و راسل کار خود را در سال ۱۹۰۳ شروع کردند و در آغاز فکر می‌کردند که نوشتن و تکمیل این کتاب یک سال به طول خواهد انجامید اما مجموع کار آنان ده سال طول کشید.
این کتاب کم مخاطب سه جلدی ۲۰۰۰ صفحه‌ای بسیار سنگین و پر هزینه بود و به دشواری به چاپ رسید. هم وایتهد و هم راسل بخش‌هائی از هزینهٔ کتاب را که مخاطب اندک و خاص داشت تقبل کردند اما امروز هیچ کتابخانهٔ معتبر جهان نیست که لااقل یک نسخه از «اصول ریاضی» وایتهد و راسل نداشته باشد.
پس از آن که در سر آغاز قرن بیستم دستگاه نیوتن با نسبیت اینشتین جایگزین شد، ظهور فیلسوفی که بتواند با نگرشی ژرف به این تحول عظیم جهان علم، ساختار جدید فلسفی عرضه کند ضروری بود و این مهم به وسیلهٔ وایتهد انجام شد.
وایتهد موفق به ارائهٔ ساختار نظام فلسفی جامع و کامل شد و از این نظر نام

خود را در ردیف فلاسفه‌ای که دارای ساختمان کامل فلسفی هستند مانند افلاتون، ارستو، کانت و هگل قرار داد. وایتهد تاکنون آخرین فیلسوف صاحب ساختمان فکری کامل فلسفی است.

وایتهد اثر مهم و کلی فلسفی خود را در ۱۹۲۹ تحت عنوان Process and Reality منتشر کرد که به آن «جریان و واقعیت» می‌توان گفت. آن را Process Philosophy هم می‌گویند که به فلسفهٔ پویشی ترجمه می‌شود و کتابی فلسفی است که ساختار فلسفهٔ وایتهد را در بر می‌گیرد. این کتاب در ۱۹۲۹ به چاپ رسید و در موردش تا کنون کتاب‌های متعدد نوشته‌اند و مقالات فراوان چاپ کرده‌اند.

وایتهد معتقد است برای درک هر «چیز» نباید به خود آن «چیز» به شکل مجزا و به صورت مجرد نگاه کرد بلکه باید آن را در حال «جریان» یا «پویش» دید. این به نحوی شبیه نگاه فرگه است که کلمه را در جمله معنا می‌کرد. وایتهد نیز همه چیز را در زمینه‌های پویش آن‌ها یعنی در طول زندگی آن‌ها نگاه می‌کند. چیزها باید در رخدادها، وقایع و فرایندهای تحول و تطور آن‌ها دیده شود.

تاریخ فلسفه از او گفته‌های مهمی را به یادگار دارد. وایتهد افراط انسان در راه حقیقت پنداری را سرآغاز شیطان می‌داند:

> چیزی به نام «حقیقت کامل» وجود ندارد.
> تمامی حقایق «نیمه حقیقت» هستند. کوشش
> برای رفتار با آن به عنوان «حقیقت کامل»
> سرآغاز شیطان است.
>
> آلفرد نورت وایتهد
> مکالمات ۱۹۵۴

وایتهد فیلسوفی افلاتونی است و معتقد است «فلسفه بعد از افلاتون جز حاشیه نویسی به افلاتون نیست».

از وایتهد نقل است: «به دنبال سادگی باش اما به آن اعتماد نکن» و «ما به مسایل کلی فکر می‌کنیم اما خودمان در جزئیات زندگی می‌کنیم».
وایتهد دروازه‌های جدیدی را به روی پژوهندگان باز کرد که در دوران معاصر قدم در راه گذاشته‌اند. درخت فلسفهٔ وایتهد به تازگی شروع به میوه دادن کرده است.

برتراند راسل

Bertrand Russell

۱۸۷۲-۱۹۷۰

ریاضی‌دان، منطق دان، فیلسوف، مورخ، نویسنده، منتقد اجتماعی، فعال سیاسی و از چهره‌های مهم و تأثیر گذار قرن بیستم است. بر خیل عظیمی از روشنفکران معاصر از قبیل نوآم چامسکی و آیزاک آسیموف تأثیر عمیق گذاشت.
در طول تاریخ فلسفه هیچ کس مثل برتراند راسل از مواهب زندگی برخوردار نبوده است. پدر بزرگش سیاستمدار مشهوری بود که دوبار به نخست وزیری انگلستان رسید. برتراند راسل در سه سالگی والدینش را از دست داد و پدر بزرگش که به او عشق می‌ورزید سرپرستی او را به عهده گرفت.
در آن زمان انگلستان «بریتانیای کبیر» بود و می‌گفتند «آفتاب در امپراتوری بریتانیای کبیر هرگز غروب نمی‌کند» زیرا انگلستان دور تا دور کرهٔ زمین مستعمرات فراوان داشت. همه جا پرچم انگلستان در اهتزاز بود و جزو خاک آن به حساب می‌آمد. برتراند راسل در محیط اشرافی چنین امپراتوری بزرگی رشد کرد.
در شروع زندگی عاشق ریاضیات شد و تا چهل سالگی با این عشق باقی ماند. در همین دوره است که مهم‌ترین کار خود در زمینهٔ منطق ریاضی را با همکاری وایتهد نوشت و کتاب عظیم «اصول ریاضی» را پدید آورد.

از چهل سالگی به بعد به فعالیت‌های فراوان پرداخت و یکی از شورانگیزترین زندگی‌های طول تاریخ را رقم زد. در سال ۱۹۵۰ جایزهٔ نوبل ادبیات را نصیب خود کرد. لقب لرد را از پدر بزرگ به ارث برد و با سطوح بالای جامعه در ارتباط بود. بیش از ۶۰ کتاب نوشت.

برتراند راسل دو جنگ جهانی را از سر گذراند. چهار بار ازدواج کرد. با زنان بسیاری ارتباط داشت. «با همهٔ زن‌ها می‌توان خوابید، با کم‌تر زنی می‌توان بیدار ماند».

در جوانی با کار تخصصی شروع کرد. برخی بر این باورند که چون زبان آلمانی می‌دانست در همان اوایل با دست‌آورد فرگه آشنا شده بود اما بعضی بر این اعتقادند که او مستقل از فرگه و بدون اطلاع از کار عظیم او در زمینهٔ همپوشانی ریاضیات و منطق به این نتیجه رسیده بود که «ریاضیات از منطق سرچشمه گرفته است».

از برتراند راسل کتاب‌های مهمی به یادگار مانده که برخی از آن‌ها به فارسی ترجمه شده است. کتاب بسیار مهمش «اصول ریاضی» را قبلا دیدیم. متافیزیک او برخلاف وایتهد که به خداشناسی رسیده بود به بی‌خدائی رسید. کتاب چرا خداشناس نیستم با نام «چرا مسیحی نیستم» قبلا به فارسی ترجمه شده است.

راسل را معمولا جزو پدید آورندگان «فلسفهٔ تحلیلی» به شمار می‌آورند. فلسفهٔ تحلیلی در قرن بیستم در کشورهای انگلیسی زبان به خوبی جا افتاده بود. در این فلسفه «زبان» با دقت بسیار بالا انتخاب می‌شود، ریاضیات و منطق از یکدیگر نتیجه می‌شوند و فلسفه و منطق به یکدیگر وابستگی تام دارند.

برتراند راسل در سال ۱۹۰۱ «پارادوکس راسل» را کشف کرد. در نامه‌ای که در سال ۱۹۰۲ به فرگه نوشت این پارادوکس را فرستاد. این پارادوکس جهان منطق را لرزاند به طوری که پس‌لرزه‌هایش امروز هم احساس می‌شود. این نامه تا سال‌ها بعد منتشر نشده باقی ماند. راسل این نامه را به آلمانی نوشت و

بعدها ترجمهٔ آن منتشر شد. راسل در این نامه که به تاریخ ۱۶ ژوئن سال ۱۹۰۲ به فرگه نوشته ضمن حفظ همهٔ احترامات گفته: من با تمام نظریات شما به ویژه هنگامی که امتزاج منطق و روانشناسی را مردود می‌شمارید موافقم. راسل در بخش دیگری از نامه ادامه می‌دهد: من فقط در مورد یک نکته با مشکل مواجه شده‌ام. برتراند راسل در نهایت احترام و با زبان ریاضی ایراد اصلی کار فرگه را مطرح می‌کند. این ایراد را با زبان غیر ریاضی شبیه سازی ریش تراش روستا قبلا نشان دادیم.

این نامه در عمل تمام پایه‌های کار فرگه را زیر سوآل می‌برد و فرگه را متوجه خطای محاسبات خود می‌کند. فرگه بلافاصله در پاسخ برتراند راسل نامهٔ بزرگوارانه‌ای می‌نویسد و در آن ضمن پذیرفتن نکتهٔ راسل به پایه‌های بحث خود اشاره می‌کند و راه خروج از مخمصه را نشان می‌دهد. بخشی از نامهٔ فرگه چنین است: همکار عزیز. با تشکر فراوان از نامهٔ ۱۶ ژوئن. بسیار خوشوقتم که موافقت خود را با بسیاری از نظرات من ابراز کرده‌اید. اکنون که من به کتاب خود نگاه می‌کنم در می‌یابم که نظریات من در مورد بسیاری از نکاتی که آن جا مطرح کرده‌ام تغییر کرده است. فرگه سپس از راسل خواهش می‌کند که یک پاراگراف کامل از کتاب فرگه را نادیده بگیرد و حذف کند سپس ادامه می‌دهد کشف شما باعث حیرت عظیم من شدو می‌خواهم بگویم که باعث لرزاندن تمام پایه‌هایی شد که من تصمیم داشتم کار خود را بر آن بنا کنم. فرگه پس از توضیحات ریاضی می‌نویسد قضیه جدی‌تر از این‌ها است. اکنون که قانون پنجم من بی اعتبار شده، پایه‌های محاسبات من در هم فرو ریخته است.

هر دو نامهٔ این دو فیلسوف جزو مدارک خواندنی تاریخ فلسفهٔ ریاضی به شمار می‌آید. سال‌ها بعد وقتی از برتراند راسل خواسته شد اجازهٔ چاپ این نامه‌ها را بدهد، راسل نامهٔ دیگری نوشت که عمق احترام او به فرگه را نشان می‌دهد. از آن جا که من مترجم نیستم آن چه در پی می‌آید شمای کلی سخنان راسل

است.

۲۳ نوامبر ۱۹۶۲

پروفسور «وان‌هی‌جنورت» van Heijenoort

بسیار مشعوف خواهم شد که مکاتبهٔ فرگه و من منتشر شود و از شما بـابت پیشنهاد این کار بسیار سپاسگزارم. هنگامی که به عملکردِ شرافت، صداقت و متانتِ بزرگمنشانه فکر می‌کنم در می‌یابم که در ذهن من هـیچ چـیز قـابل مقایسه با ایثار فرگه نسبت به «حقیقت» وجود ندارد. یک عمر تلاش طاقت فرسای فرگه در شُرُف رسیدن به نتیجهٔ نهایی بود، اغلب کارهای او به خاطر درک نشدن تـوسط کسـانی کـه بـی‌نهایت نـاتوان بـودند مـورد بـی‌مهری و بی‌توجهی قرار گرفته بود، جلد دوم کتابش زیر چاپ بود و درست در این حالت هنگامی که دریافت فرضیات اولیه‌اش دارای خطا بوده است، با خوش خلقی روشنفکرانه با این امر برخورد کرد و هیچ گونه ناراحتی و دلزدگی شخصی از خود نشان نداد. او یک فوق بشر بود و به جای آن که مانند انسان‌های معمولی علاقه به اثبات برتری خود یا اشتهار داشته باشد، خود را وقف کار خلاقانه و رسیدن به حقیقت کرد. او نمایشی از اقتدار بشری بود.

سخنان فراوانی از او در حافظهٔ تاریخ به یادگار مانده است: «وایـتهد مـعلمی کامل بود.» - «مشکل دنیا این است که احمق‌ها و قشریون و خـرافـاتی‌ها همواره به خودشان اعتماد و اعتقاد دارند و هرگز فکر نمی‌کنند ممکن است بر خطا باشند، اما انسان‌های خردمند سرشار از تردیدند.» - «آنان که از عشق می‌ترسند از زندگی می‌ترسند و آن کس که از زندگی به خاطر مرگ می‌ترسد مرده‌ای بیش نیست.» - «فلسفه نباید از زندگی خصوصی و شخصی کم کند بلکه برعکس باید به آن اضافه کند.» - «هرگز حاضر نیستم به خاطر عقایدم کشته شوم چون ممکن است عقایدم اشتباه باشد.» - «تا چهل سالگی کـه مغزم خوب کار می‌کرد، به ریاضیات می‌پرداختم و تحقیق می‌کردم. از چـهل سالگی تا شصت سالگی که مغزم ضعیف شده بود به فلسفه پرداختم. از شصت

سالگی به بعد مغزم از کار افتاد و به سیاست روی آوردم».

راسل خیال می‌کرد تمام ریاضیات را بر پایه منطق محض استوار کرده و برای همیشه بنیاد مستحکمی برای ریاضیات ساخته است اما گودل اشتباه او را نشان داد.

راسل جزو فعالان سیاسی تأثیرگذار قرن بیستم بود. چند نمونه از فعالیت‌های سیاسی اجتماعی راسل شخصیت او را از این نظر به خوبی ترسیم می‌کند:

در سال ۱۹۲۰ از طرف دولت بریتانیا همراه یک هیأت عالیرتبه عازم سفر رسمی به اتحاد جماهیر شوروی سوسیالیستی شد تا تأثیرات انقلاب کمونیستی را بر جامعهٔ روسیه بررسی کند. راسل با لنین ملاقات کرد و با او گفتگو داشت. این نشست یک ساعت به طول انجامید. راسل در اتوبیوگرافی خود تشریح کرده است که «لنین را ناامید کننده با قساوت شیطانی» یافته است. پس از سفر در مسیر رودخانهٔ ولگا و آشنائی با وضعیت جدید مردم روسیه، نظر او نسبت به انقلاب بلشویکی تغییر کرد و او که قبلا جزو حامیان این انقلاب بود به مخالفت با حکومت کمونیستی پرداخت.

راسل یکی از سرشناس‌ترین فعالان ضد جنگ و چهرهٔ شاخص مبارزات ضد امپریالیستی بود. به خاطر فعالیت‌های صلح طلبانه در زمان جنگ بین‌الملل اول به زندان افتاد. سال‌ها بعد کمپین بزرگی بر علیه آدولف هیتلر به راه انداخت. برتراند راسل بر ضد حکومت تمامیت خواه استالین به مبارزه برخاست. در جریان حملهٔ آمریکا به ویتنام تظاهرات ضد حکومت آمریکا راه‌اندازی کرد.

در سال ۱۹۶۲ در جریان بحران موشکی کوبا به پا خاست، به نیکیتا خروشچف رهبر شوروی تلگراف زد، خروشچف در پاسخ به او اطمینان داد که حکومت شوروی بی‌ملاحظگی نخواهد کرد، راسل به کندی رییس جمهور آمریکا تلگراف زیر را مخابره کرد:

حرکت شما بحران زاست. تهدیدی برای بقاء

بشریت است. هیچ توجیه قابل قبول ندارد. انسان‌های متمدن آن را محکوم می‌کنند. ما خواهان کشتار جمعی نیستیم. اولتیماتوم به معنای جنگ است. به این جنون خاتمه دهید.

دیوید هیلبرت

David Hilbrt

۱۸۶۲-۱۹۴۳

ریاضی‌دان، فیزیک‌دان و فیلسوف آلمانی دانشگاه گوتینگن. یکی از تأثیرگذارترین ریاضی دانان جهان در نیمهٔ دوم قرن ۱۹ و اوایل قرن ۲۰ است. در سال ۱۸۷۲ به دبیرستانی رفت که ۱۴۰ سال پیش کانت آنجا درس خوانده بود. تحصیلات خود را در سال‌های ۱۸۸۰ تا ۱۸۸۵ در دانشگاه کونیگسبرگ انجام داد. در بسیاری زمینه‌های ریاضیات صاحب اکتشافات مهم و بسط اندیشه‌های بکر است.

در سال ۱۸۹۵ با سمت استادی ریاضیات دانشگاه گوتینگن مشغول به کار شد. در آن زمان این دانشگاه بهترین مرکز دنیا برای تحقیقات ریاضی بود. تا پایان عمر در دانشگاه گوتینگن باقی ماند. جزو شاگردانش می‌توان از امانوئل لاسکر نام برد که قهرمان شطرنج جهان شد. هیلبرت سردبیر مهم‌ترین مجلهٔ ریاضی آن روزگار بود. هنگامی که یکی از شاگردانش رشتهٔ ریاضی را ترک کرد تا به ادبیات بپردازد گفت: «چه خوب شد، به اندازهٔ کافی تخیل نداشت تا بتواند ریاضی‌دان شود».

هیلبرت ظهور نازی‌ها و به حکومت رسیدن هیتلر را دید که متعاقب آن یهودی‌های گوتینگن - قبلهٔ ریاضیات جهان - پاکسازی شدند.

یک بار هیلبرت به ضیافت نشسته‌ای دعوت شد. او را کنار وزیر آموزش آلمان نشاندند. وزیر از هیلبرت پرسید «اکنون که گوتینگن را از زیر نفوذ یهودی‌ها

بیرون آورده‌ایم و آن را آزاد کرده‌ایم اوضـاع ریـاضیات در گـوتینگن چگـونه است؟» هیلبرت پاسخ داد: «ریاضیات در گوتینگن؟! دیگر چیزی از آن باقی نمانده است».

گرچه هیلبرت مسیحی به دنیا آمد و پرورش یافت اما خیلی زود کلیسا را ترک کرد. از او نقل است که: «حـقایق ریـاضی مسـتقل از وجـود خـدا یـا پـیش فرض‌های اولیهٔ دیگر است». مشـابه ایـن سـخن را در دنـیای ریـاضیات از لاپلاس نیز شنیده‌ایم. هیلبرت در مورد خدا موضع «لاادری» یا نمی‌دانم به خود گرفت.

در ادبیات لاتن باستان آمده:

ما نمی‌دانیم

ما نخواهیم دانست

هیلبرت با همین وزن و قافیه در مراسم بازنشستگی خود به جامعهٔ دانشمندان آلمان گفت:

ما باید بدانیم

ما خواهیم دانست

درست یک روز قبل از این که هیلبرت این ادبیات را به کار ببرد، کورت گودل در کنفرانس میز گرد دانشمندان آلمان، تولد «نظریهٔ ناکاملیت» را اعلام کرد.

هیلبرت دست آوردهای مهمی در ریاضیات دارد. در سـال ۱۹۰۰ در کـنگرهٔ بین‌المللی ریاضیات پاریس، هیلبرت فهرست ۲۳ مسألهٔ مـهم و حـل نشـدهٔ ریاضی را اعلام کرد. به گفتهٔ ریاضی‌دانان این مهم‌ترین فهرست مسائل حل نشده بود که تا آن لحظه به وسیلهٔ یک ریاضی‌دان عنوان می‌شد.

تأثیر کار وایتهد – راسل بر هیلبرت او را به کار در مورد نـظریهٔ کـامل خـود کشاند. پس از آن که هیلبرت تمام بنیان‌های هندسهٔ کلاسیک را دوباره نگری کرد، توانست به سایر مسایل روز ریاضی جهان بپردازد. شیوهٔ هیلبرت با کار سایر ریاضی دانان مانند وایتهد و راسل و دیگران تفاوت داشت. هیلبرت در

گردهم‌آئی بین‌المللی بعدی، سخنرانی «مشکلات ریاضیات» را ایراد کرد. او در مقدمه به آینده نگری خود در زمینهٔ ریاضیات و فعالیت‌های ریاضی دانان آینده اشاره کرد. هیلبرت نظریات خود را در مورد «مبانی ریاضیات» در دو جلد منتشر کرد.

اواخر قرن ۱۹ و اوایل قرن بیستم، بسیاری دانشمندان بر این باور شده بودند که تمام مسائل جهان دانش حل شده است و فقط اندکی کار روی جزئیات باقی مانده است. برخی دانشمندان ردهٔ اول بر این باور نبودند اما خیال می‌کردند حل جامع و مانع و کامل همهٔ مسایل امکان‌پذیر است. خیلی‌ها در این مسیر کوشیدند. برخی نیز ارستو گونه علاقه داشتند جواب کلی و کامل و حل همهٔ مسایل را ارائه کنند. (بعدها گودل، هایزنبرگ و لطفی زاده، نشان دادند که این ممکن نیست). هیلبرت و ریاضی‌دانانی که با او در کعبهٔ ریاضیات گوتینگن کار می‌کردند به کار شجاعانه و تهور عظیم تعریف «مبانی ریاضیات» مشغول بودند. این کار، یعنی حل تمام مسایل ریاضی با تکیه بر شیوه‌های متعارفی و بدیهی ریاضیات که بر مبنای اصول قطعی و مسلم و خدشه‌ناپذیر و بی چون و چرای ریاضیات قرار داشت. همان که امروز به حل کامل و جامع یا total solution معروف است.

هیلبرت با تأثیر پذیری از وایتهد - راسل در دههٔ ۱۹۲۰ کارهای جاه طلبانهٔ اصلی خود را منتشر کرد. هیلبرت به بنیان گذار «فرمالیزم» در فلسفهٔ ریاضی مشهور است. این کار در ۱۹۲۱ اعلام گردید. هدف اصلی و اولیهٔ کار هیلبرت ارائهٔ بنیان مستحکم ریاضیات است که اصول متعارفی تزلزل‌ناپذیر و قابل اثبات خواهد داشت و از آن‌ها می‌توان تمام نتایج و حقایق ریاضی را استنتاج و استخراج کرد.

اگر چه فرگه - وایتهد - راسل - هیلبرت، بر ضد ارستو رفتار کردند اما، خودشان می‌خواستند حرف آخر را بگویند و به گونه‌ای رفتار کردند که کارشان شبیه ارستو شد به طوری که می‌توان مجموعهٔ آن‌ها را ارستوی مدرن نامید. و

خواهیم دید که گودل با کار نبوغ آسای خود چگونه مجموعهٔ کار آنان را باطل کرد که به این ترتیب رؤیای هیلبرت برای حل کامل مسأله به شکست منتهی شد.

هنگامی که کوشش‌های اولیه برای نمایان کردن نقش بنیان ریاضیات، به خاطر ناسازگاری هایی که پارادوکس‌های مختلف به آن تحمیل کرد نا موفق ماند، هیلبرت دست به کار شد و «برنامهٔ هیلبرت» را سازمان بندی کرد. او به عنوان راه حل پیشنهاد کرد که اصول متعارفی تمامی نظریه‌های موجود در یک مجموعهٔ اصول متعارفی کامل و مشخص گردآوری شود و اثباتی فراهم شود که نشان دهد این اصول متعارفی سازگار هستند. هیلبرت پیشنهاد کرد که سازگاری ساختارهای مفصل‌تر و پیچیده‌تر ریاضی می‌تواند از ساختارهای ساده‌تر نتیجه شود. به این ترتیب سازگاری تمام ساختارهای ریاضی به محاسبات ساده در علم حساب تقلیل می‌یابد. هیلبرت می‌خواست با این روش تمام پایه‌های ریاضی را در سایهٔ امن نگاه دارد. برنامه هیلبرت شامل موارد زیر می‌شد:

۱ – فرمالیزم یا تشکل دادن تمام ریاضیات با زبان رسمی و سنتی آن با وضوح کامل.

۲ – completeness یا کامل بودن. ثابت شود که «تمام» گزاره‌های حقیقی ریاضی قابل شکل دادن (فرمالیزم) هستند.

۳ – consistency یا سازگاری. برای اثبات استحکام و انسجام بنیان‌های ریاضی ثابت شود که در فرمالیزم ریاضی هیچ نوع تضادی پدید نخواهد آمد.

۴ – decidability یا قابلیت تصمیم‌گیری. برای حل و فصل کردن مشکلات باید الگوریتمی به وجود آورد که «درست» و «غلط» هر گزارهٔ ریاضی مشخص شود.

تا سال ۱۹۱۲ هیلبرت فقط به ریاضیات محض می‌پرداخت و به سایر

رشته‌های معارف بشری ورود نمی‌کرد. در سال ۱۹۱۲ هیلبرت نظر خود را متوجه فیزیک کرد و فقط به فیزیک نظری یا فیزیک ریاضی پرداخت. او برای خود آموزگار خصوصی فیزیک گرفت و به درس خصوصی فیزیک مشغول شد. حتا پس از آن که در ۱۹۱۴ جنگ شروع شد به شرکت در سمینارها و کلاس‌های فیزیک ادامه داد و یک دورهٔ کامل فیزیک آموخت.

در سال ۱۹۱۵ از اینشتین برای سخنرانی و برقرار کارگاه آموزشی در گوتینگن دعوت کرد. هنگامی که اینشتین سر کلاس و پای تختهٔ سیاه به مشکلات ریاضی بخشی از نسبیت اشاره می‌کرد نمی‌دانست که انتهای سالن یک جفت چشم تیز بین عقاب گونهٔ هیلبرت به عمق ریاضی مسأله نظر انداخته است. هیلبرت مسألهٔ ریاضی اینشتین را حل کرد اما هیچ گونه ادعائی نکرد و حرمت نگه داشت.

غیر از مسایل ریاضی نسبیت، هیلبرت به مسایل ریاضی هایزنبرگ و شرودینگر نیز پرداخت و بسیاری از مشکلات ریاضی فیزیکدانان را برطرف کرد. هیلبرت می‌دانست که فیزیک نظری بر مبنای ریاضیات پیش می‌رود اما فیزیکدان‌ها معمولا در ریاضیات سهل‌انگار و شلخته هستند که این شیوهٔ برخورد با ریاضیات به نظر هیلبرت – نوک پیکان ریاضیات جهان – بسیار زشت می‌رسید به همین جهت معتقد شده بود «فیزیک برای فیزیکدانان بسیار دشوار است». از او نقل است که «فیزیک مهم‌تر از آن است که به دست فیزیکدانان سپرده شود».

استاد حسن صفاری در پاورقی صفحهٔ ۸۱۳ ترجمهٔ تاریخ علوم پی‌یر روسو مطلب مهمی را نوشته که چون جای دیگر ندیدم عینا نقل می‌کنم:

> این دانشمند نامی که یهودی هم نبود در ۸۱ سالگی به واسطهٔ زجر و شکنجهٔ عمال هیتلر در یکی از اردوگاه‌های اسیران جنگی درگذشت. تاریخچهٔ موضوع از این قرار است که در زمان جنگ بین‌المللی ۱۹۱۸–۱۹۱۴ عده‌ای از متعصبین

آلمانی قطعنامه‌ای انتشار دادند که «دانشی غیر از دانش آلمانی وجود ندارد» و بسیاری از علمای آلمانی این قطعنامه را امضاء کردند ولی جمعی دیگر از جمله هیلبرت و اینشین و پلانک از امضاء آن خودداری نمودند و به همین دلیل مورد کینه و تنفر ملیّون متعصب آلمان قرار گرفتند. بعد از استقرار حکومت نازی‌ها در آلمان، هیلبرت که از رفتار با دانشمندان بزرگ اعم از یهودی و غیر یهودی سخت عصبانی بود غالبا مخالفت خود را ابراز می‌کرد و از ورود در حزب و همکاری با هیتلر خودداری می‌کرد و در نتیجه بهانه‌ای به دست متعصبین افتاد که خرده حساب‌های سابق را تصفیه کنند و این موضوع منجر به توقیف و شکنجه و مرگ این افتخار بزرگ ملت آلمان گردید.

می‌دانیم که نیروهای نازی، فرزند ماکس پلانک را تیرباران کردند و بسیاری از دانشمندان از جمله هیلبرت را به شدت آزردند اما سایر مدارک موجود، مرگ هیلبرت را به صورت فوق تأیید نمی‌کنند.

به خاطر پاکسازی ریاضی‌دانان یهودی از گوتینگن و سایر دانشگاه‌های آلمان، پس از آن که هیلبرت درگذشت کسی باقی نمانده بود تا در تشییع جنازهٔ او شرکت کند و فقط پنج شش نفر در مراسم حضور داشتند که از آن میان تنها دو نفر دانشگاهی بودند. اخبار مرگ او شش ماه پس از درگذشتش به دنیای ریاضیات رسید و باعث تأسف عمیق ریاضی‌دانان جهان گردید.

کورت گودل

Kurt Godel

۱۹۰۶-۱۹۷۸

کورت گودل در بیست و هشتم آوریل سال ۱۹۰۶ در اتریش به‌دنیا آمد. منطق‌دان، ریاضی‌دان و فیلسوف اتریشی است. پدرش مدیر کارخانهٔ نساجی و

چاپ پارچه و کاتولیک بود. مادرش پروتستان بود و فرزندان خانواده پروتستان شدند. از کودکی مذهبی بار آمد و تا آخر عمر به مذاهب اعتقاد داشت. پدر بزرگش خوانندهٔ مشهور اپرا بود و با ارکستر شهر همکاری می‌کرد. در کودکی به کورت «آقای چرا؟» می‌گفتند زیرا در تمام موارد پرس و جو می‌کرد. در کودکی به رماتیزم گرفتار شد و با آن که معالجه گردید تا آخر عمر گمان می‌کرد قلبش دچار مشکل شده است.

در آن روزگار کشورهای اروپا دائم دست به دست می‌شدند و نقشهٔ اروپا تغییر می‌کرد. در پایان جنگ که امپراتوری اتریش مجارستان تجزیه می‌شد، گودل به طور اتوماتیک در ۱۲ سالگی شهروند چکسلواکی گردید. او در ۲۳ سالگی شهروندی اتریش را پذیرفت. در سال ۱۹۳۸ که اتریش ضمیمهٔ خاک آلمان شد، گودل به طور اتوماتیک شهروند آلمان شد.

در ۱۸ سالگی وارد دانشگاه وین شد. ریاضیات، فیزیک و فلسفه رشته‌های مورد علاقه و مطالعهٔ او بود. در دانشگاه با کتاب وایتهد - راسل آشنا شد و به منطق ریاضی علاقه‌مند گردید. می‌گفت «منطق ریاضی علمی است که بر همهٔ دانش‌های بشری تقدم دارد».

زمینهٔ اصلی کار او ریاضیات بود و پس از پروازهای ریاضی به‌سرزمین منطق رسید. درسال ۱۹۴۰ به‌فاصلهٔ اندکی پس از اشغال کشورش به‌آمریکا مهاجرت کرد و در سال ۱۹۴۸ به‌تابعیت آن‌جا درآمد. او عضو «انستیتوی تحقیقات پیش‌رفته» دانشگاه پرینستون بود و تا آخر آن‌جا ماند و در معیت سایر متفکرین علمی بزرگ قرن از جمله اینشتین به‌سر برد.

کار اصلی گودل مقاله‌ای بود که در سال ۱۹۳۱ در سن ۲۵ سالگی منتشر کرد. مقالهٔ او به‌یک قرن تلاش ریاضی‌دانان و منطق‌دانان بزرگی چون هیلبرت و راسل و وایتهد پایانی منفی بخشید و برای همیشه در سرزمین منطق مشخص کرد: سرزمین منطق سرزمین مشخص‌کردنی‌ها نیست.

به‌طور کلی در ریاضیات نتایج منفی دارای معنای خاص است. به‌ویژه هنگامی

که غول‌هایی مثل هیلبرت و راسل به‌سختی می‌کوشند تا مساله‌ای را حل کنند، دست‌آورد کمی نیست که نشان دهی بن‌بست آنان از دو سو است.

گودل ثابت می‌کند که در هر سیستم ریاضی منطقی استوار تعداد غیر مشخصی نکات یا سوآلات یا پیش‌نهاداتی به‌وجود می‌آید که نمی‌تواند در همان سیستم و با همان پیش شرایط بدیهی یا پیش‌فرض‌های سیستم، مورد اثبات قطعی مثبت یا مورد نفی قطعی قرار گیرد و بنابراین قطعا مشخص نیست که بدیهیات اولیهٔ مساله ما را به‌تناقض نکشاند، که خود این نوعی اصل عدم قطعیت ریاضی و منطقی است.

این اثبات ریاضی که به‌اثبات گودل معروف است همچون تاجی است که بر تارک ریاضیات قرن بیستم می‌درخشد.

گودل با این کار در واقع با بنیان ریاضیات کلاسیک همان کاری را کرد که پلانک و اینشتین و هایزنبرگ با مکانیک و فیزیک و فلسفهٔ کلاسیک کردند و این همان کاری است که کاندینسکی و شوئنبرگ با نقاشی و موسیقی کلاسیک کرده‌اند.

قضیهٔ گودل به نظریهٔ «ناکاملیت» incompleteness یا «ناتمامیت» معروف است.

گودل نشان می‌دهد که هیچ ساختمان ریاضی کاملی وجود ندارد و نمی‌تواند وجود داشته باشد. هر دستگاه منطقی یا سیستم ریاضی زندان حداقل یک «بی‌نهایت» می‌شود که این بی‌نهایت بالاخره سیستم را پاره می‌کند، حلقهٔ منطق نهایتا باز می‌ماند و به‌طور کامل بسته نمی‌شود.

در سرزمین منطق می‌توان کار گودل را به‌شیوهٔ ساده‌تری بیان کرد: برخورد ما با هر سیستم بسته (تو بگو یک پدیده، هرچه باشد، می‌خواهی تو اسمش را بگو، نمی‌خواهی من به‌عنوان مثال می‌گویم «آزادی») در ما فعل و انفعالاتی به‌وجود می‌آورد (تو بگو احساس یا عاطفه، فرقی در این بحث نمی‌کند) که حتما و لااقل چهار بعدی است و برای خود ما مشخص هم نیست، بیش‌تر از

جنس یک تودهٔ ابرگون متحرک متحول است.

حال برای «بیان» این احساس ابرگون، کلمات ابزاری است (منظورم منطق کلامی است که به‌نظر تنها ابزار یا بهترین ابزار می‌رسد) که مانند انبرکی دَم باریک عمل می‌کند که دارای دو شاخک سنجاقی است. با انبردستی به‌این صورت یک سیب را هم نمی‌توان بدون آن‌که به‌آن آسیب رساند برداشت چه رسد به‌این‌که خود سیب از جنس ابر باشد. منطق کلامی در هر حال از انتقال قضیه عاجز است گویی آدمی را دیگرگونه زبانی لازم است، زبان تصاویر؟ اصوات؟ لامسه؟

شاید برای همین است که موسیقی و نقاشی و شعر و سایر هنرها بُردشان بیش‌تر از بقیهٔ محمل‌های اندیشگی است، صلیب آنان سنگین‌تر است و بار عظیم‌تری از اطلاعات را به‌دوش می‌کشند.

گودل از دانشگاه وین دکترای ریاضی گرفت. اگر سه منطق دان اصیل طول تاریخ را بخواهیم نام ببریم اسم ارستو، فرگه و گودل به میان می‌آید. در زمانی که وایتهد – راسل – هیلبرت مشغول استفاده از تئوری مجموعه‌ها و منطق برای استحکام مبانی ریاضی بودند گودل نشان داد که زحمات آنان در این مورد به نتیجهٔ مطلوب نمی‌رسد.

گودل به آمریکا سفر کرد و تا پایان عمر آن‌جا ماند. در آن هنگام آلبرت اینشتین در پرینستون بود و گودل به او ملحق شد. به عضویت «انستیتوی تحقیقات پیش‌رفته» دانش‌گاه پرینستون درآمد و در معیت سایر متفکرین علمی بزرگ قرن از جمله اینشتین به‌سر برد. با اینشتین دوستی عمیق پیدا کرد. گودل نزدیک‌ترین دوست و مصاحب اینشتین بود و اینشتین با هیچ‌کس دیگر به راحتی با گودل نبود. البته هر قدر اینشتین شاد و شوخ و بذله‌گو بود، گودل با شخصیتی کافکائی، غمگین و سنگین و تودار بود. اینشتین و گودل آلمانی صحبت می‌کردند و زبان آلمانی، دوستی حرفه‌ای گودل و اینشتین را به مراتب محکم‌تر کرد. آنان ساعت‌های طولانی با یکدیگر قدم می‌زدند و

صحبت می‌کردند. آکادمیسین‌های پرینستون در مورد این دو و صحبت‌های آنان کنجکاو بودند. یکی از دانشمندان که اواخر عمر اینشتین، با او مصاحبه کرده می‌گوید «برای اینشتین کارهای خودش دیگر چندان اهمیت نداشت. اینشتین فقط به این دلیل به انستیتوی مطالعات پیشرفته می‌آمد که بتواند با گودل قدم بزند و با او گفتگو و تبادل نظر کند». در مراسم تحلیف شهروندی آمریکا، اینشتین گودل را همراهی کرد و گودل در ۴۲ سالگی شهروند آمریکا شد. در سال ۱۹۵۳ پروفسور دانشگاه پرینستون گردید و در ۱۹۷۶ بازنشسته شد.

گودل در آخر عمر دچار بیماری روانی شد. او خیال می‌کرد می‌خواهند او را مسموم کرده و از بین ببرند. به همین دلیل فقط از دستپخت همسرش، تازه آن هم پس از آن که همسرش لقمهٔ اول را می‌خورد، استفاده می‌کرد. در سال ۱۹۷۷ همسرش بیمار و در بیمارستان بستری شد. گودل غذا نخورد. وزن او به سی کیلو گرم رسید و از دنیا رفت. گودل به خدا و به ادیان اعتقاد راسخ داشت و به جد معتقد بود زندگی پس از مرگ وجود دارد و می‌گفت اگر دنیا عقلانی و دارای معنا است پس باید زندگی پس از مرگ وجود داشته باشد.

یک سال پس از اتمام دکترای ریاضی در دانشگاه وین در سن ۲۵ سالگی، در سال ۱۹۳۱ و در ۲۶ سالگی دو قضیهٔ بسیار مهم را در ریاضیات اثبات کرد. صورت اصلی قضایای گودل به زبان ریاضی - آلمانی نوشته شده و هرگونه که ترجمه شود به شکل جدیدی در می‌آید اما قلب آن یکسان است و ما روایت داستان گونه‌ای از آن را خواهیم آورد.

consistency را خیلی‌ها به «سازگار» ترجمه کرده‌اند. احتمالا اگر آن را «بسته» یا «روی خود بسته» یا «در بسته» ترجمه کنیم گویاتر بشود و آن «ساختار ریاضی» است که دو سر آن به هم رسیده باشد و مثل یک حصار یا دیوار به دور قلعهٔ ریاضیات کشیده شده باشد. این «ساختار ریاضی» هر قدر هم بزرگ باشد، بالاخره «محدود» به حدود است.

این به زبان ساده و خودمانی است و ممکن است برخی متخصصان را خوش نیاید. البته این دور و اطراف فیلسوف که نداریم (از قدیم نداشته‌ایم) شما هم به هیچ منطق‌دانی نگوئید که inconsistency یا ناسازگاری یعنی «سخن بی سر و ته». اکنون اندکی حرفه‌ای‌تر بگوئیم: تعریف اغلب منطق‌دانان به شکل زیر است

Consistency = Logical Possibility

سازگاری = امکان منطقی

بنابراین به جای سازگار بودن می‌توان گفت «منطقا امکان داشتن» یعنی سخنی که درست و درمان است و سر و ته دارد.

برای بیان ناکاملیت گودل مثال مشهوری وجود دارد که با زبان غیر ریاضی درون منطق گودل را بیان می‌کند. به خاطر ماهیت پارادوکسی این مثال کمی در مورد پارادوکس صحبت کنیم. قبلا پارادوکس آشیل و لاک پشت، همچنین پارادوکس راسل را دیدیم. این پارادوکس‌ها باعث تحول در منطق شده‌اند. اکنون پارادوکس مرد زورمند مطلق را در نظر بگیریم. کسی که ادعا می‌کند قادر مطلق است و همه کار می‌تواند انجام دهد. «آیا قادر مطلق می‌تواند سنگی بسازد که آنقدر سنگین باشد که خودش نتواند بلند کند؟» (۱) اگر بتواند بسازد چون نمی‌تواند بلند کند قادر مطلق نیست. (۲) اگر نتواند بسازد چون نتوانسته بسازد قادر مطلق نیست. اکنون به پارادوکس دروغگو فکر کنیم: شخصی فریاد می‌زند «من دروغگو هستم». آن شخص در چه حالت است؟ (۱) اگر دروغگو باشد چون راستش را گفته پس دروغگو نیست. (۲) اگر دروغگو نباشد چون به دروغ گفته «من دروغگو هستم» پس دروغ گفته. نتیجه:

اگر راست بگوید دروغ گفته است.

اگر دروغ بگوید راست گفته است.

اکنون قضیهٔ گودل: فرض کنیم یک ماشین به نام ماشین حقیقت جهانی یعنی

یک «ساختار ریاضی» بزرگ فراگیر داریم که قادر است «هر سوآلی را به درستی پاسخ بگوید».

گودل از اپراتور ماشین در مورد برنامه‌ای که برای این ماشین نوشته شده می‌پرسد. اپراتور می‌گوید این برنامه پیچ و خم فراوان دارد و بسیار بغرنج است اما در هر حال طول معین و محدودی دارد و نامشخص و نامحدود نیست.

داشتن طول معین و مشخص، یعنی ابتدا و انتهای برنامه معلوم است، به بیان دیگر سازگار است.

گودل لبخندی می‌زند و می‌نویسد: ماشین حقیقت جهانی هرگز نخواهد گفت این جمله حقیقت دارد.

جملهٔ گودل هیچ عیب و نقصی ندارد و گودل یک گزارهٔ صحیح نوشته است. اسم این جمله را به احترام خود گودل، از نام خود او می‌گیریم و گ می‌گذاریم.

گ = ماشین حقیقت جهانی هرگز نخواهد گفت این جمله حقیقت دارد.

از آن جا که تمام این جمله را گ نامیدیم پس:

گ = جمله

در نتیجه باید بنویسیم:

گ = ماشین حقیقت جهانی هرگز نخواهد گفت گ حقیقت دارد.

اکنون گودل جملهٔ خود را به ماشین نشان می‌دهد و با خنده می‌پرسد آیا گ حقیقت دارد یا ندارد؟

اگر ماشین حقیقت جهانی بگوید گ حقیقت دارد در این صورت جملهٔ ماشین حقیقت جهانی هرگز نخواهد گفت گ حقیقت دارد غلط در خواهد آمد و در نتیجه گ غلط خواهد بود. اگر بگوید گ حقیقت دارد یا صادق است به منزلهٔ این خواهد بود که گفته باشد گ حقیقت ندارد و صادق نیست. ماشین حقیقت جهانی یک گزارهٔ غیر حقیقی را بیان کرده است. بنابراین ماشین حقیقت جهانی هرگز نخواهد گفت که گ حقیقت دارد زیرا این ماشین فقط گزاره‌های صحیح بیرون می‌دهد.

با استدلال مشابه دیده می‌شود که اگر ماشین حقیقت جهانی بگوید گ حقیقت ندارد، مانند این است که گفته باشد جملهٔ ماشین حقیقت جهانی هرگز نخواهد گفت گ حقیقت دارد درست نیست یعنی هرگز نخواهد گفت صادق نیست به این معنی که این بار ماشین حقیقت جهانی خواهد گفت گ حقیقت دارد و نتیجه می‌شود گ حقیقت دارد.

اگر بگوید گ حقیقت دارد یعنی گ حقیقت ندارد

اگر بگوید گ حقیقت ندارد یعنی گ حقیقت دارد

در نتیجهٔ بحث بالا، ماشین حقیقت جهانی جز سکوت (و احیانا دود کردن) کار دیگری از دستش برنخواهد آمد.

در این هنگام گودل می‌گوید اکنون که من می‌دانم گ یک گزارهٔ صحیح است اما ماشین حقیقت جهانی نمی‌تواند در این مورد چیزی بگوید، پس من نتیجه می‌گیرم که ماشین حقیقت جهانی چندان هم جهانی و فراگیر نیست. به این معنی که در داخل «ساختار ریاضی» بسته یا سازگار گزاره‌هایی هست که نمی‌توان درستی یا نادرستی آن‌ها را اثبات کرد.

حال اگر ماشین حقیقت جهانی را یک «ساختار ریاضی» در نظر بگیریم، گزاره‌ها یا معادلات صادق وجود دارند که برای ما شناخته شده هستند اما در داخل «ساختار ریاضی» نمی‌توان آن‌ها را نشان داد و ناگزیر به این نتیجه می‌رسیم که آن «ساختار ریاضی» کامل نیست (ناکاملیت).

به این ترتیب گودل نشان می‌دهد که «قابلیت اثبات» یا اثبات پذیری نسبت به حقیقت در درجهٔ دوم اهمیت قرار دارد و حقیقت چه قابل اثبات باشد و چه نباشد به اثبات ترجیح دارد. این گونه است که جهان منطق ریاضی در همسایگی ناجهان متافیزیک قرار می‌گیرد.

برای بررسی نظریه دوم گودل بگوییم: «عقل» تنها چیزی است که به «عدل» تقسیم شده زیرا هیچ کس از سهم خود ناراضی نیست. هر کسی، به زعم خود، از میزان بالای «عقل» برخوردار شده است. همه، حتا دیوانگان، دارای منطق

خاص و سازگار درونی هستند و با آن امورات می‌گذرانند.
اکنون سوآل این است: چگونه می‌توانیم بدانیم که آیا دیوانه هستیم یا خیر؟ به بیان دیگر، چگونه می‌توانیم بدانیم که منطق ما ویژه و سازگار با خود ما نیست؟ ما که غیر از همین یک «منطق» خودمان «منطق» دیگری نداریم؟ از داخل «منطق» خودمان چگونه می‌توانیم بیرون آن را ببینیم و داوری کنیم؟
در پاسخ باید گفت که ما نمی‌توانیم بدانیم زیرا ما نمی‌توانیم سازگار بودن منطق خود را در داخل منطق خودمان نشان دهیم. به این معنی که در داخل یک «ساختار ریاضی» مشخص نمی‌توان سازگاری همان «ساختار ریاضی» را نشان داد.
می‌دانیم که مستحکم‌ترین ساختار دنیا، ریاضیات است. گودل نشان داد در هر «ساختار ریاضی»:

۱ - اگر «ساختار ریاضی» سازگار باشد نمی‌تواند کامل باشد.

۲ - سازگاری «ساختار ریاضی» را نمی‌توان در خود آن «ساختار ریاضی» ثابت کرد.

البته تمام بحث بالا در میدان ریاضیات و با نمادها و نشانه‌های ریاضی انجام شده و اینجا فقط صورت بسیار ساده شدهٔ فلسفی آن عنوان گردید.
مجموع کارهای فرگه - وایتهد - راسل - هیلبرت برای ساختن کامل ریاضیات بر مبنای مجوعه‌ای از اصول موضوعه، با قضایای گودل ویران شد. گودل نشان داد که هر ساختار شناخته شده غیر متناقض ریاضی که به اندازهٔ کافی بزرگ باشد که لااقل علم «حساب» را در بر بگیرد، نمی‌تواند «کامل بودن» خود را بر مبنای اصول موضوعهٔ اولیه داخل خود ثابت کند.
در سال ۱۹۳۱ نظریهٔ ناکاملیت گودل نشان داد که برنامهٔ عظیم و جاه‌طلبانهٔ هیلبرت برای یافتن مجموعه‌ای «کامل» و «سازگار» از اصول موضوعه برای تمام ریاضیات واقع گرایانه نیست و در عمل نمی‌تواند وجود داشته باشد و

خوش بینی هیلبرت در واقع خوش خیالی بوده و مناسبتی نداشته است. کشف نبوغ آسای گودل بر زحمات تمام علمای منطق ریاضی پیش از خود خط بطلان کشید. برای بیان نظریات گودل با زبان غیر ریاضی پیش‌نهادهای فراوانی طرح شده است، از جمله:

گزاره‌های درستی در هر «ساختار ریاضی» هست که صحت آن‌ها را در همان «ساختار ریاضی» نمی‌توان اثبات کرد.

در سپتامبر سال ۱۹۳۰ گودل اولین نظریهٔ ناکاملیت خود را به کنفرانس ریاضی کونیگسبرگ ارائه کرد و برخی ریاضی دانان بلافاصله متوجه اهمیت آن و تأثیرش بر کار هیلبرت شدند.

تا پیش از گودل ریاضیات باشکوه‌ترین و محکم‌ترین ساختمان بشری بود. می‌شد از ریاضیات به عنوان تواناترین ابزار برای شناخت جهان هستی بهره برد. گودل این ساختار عظیم را لرزاند و اندیشمندان را وادار کرد در مورد تمام بنیان‌های اندیشگی خود دوباره نگری کنند.

طبق منطق کلاسیک ارسطو هر گزاره‌ای یا درست یا نادرست است. گودل نشان داد که چنین تصمیم‌گیری امکان‌پذیر نیست و **در هر «ساختار ریاضی» گزاره‌هایی وجود دارند که نه اثبات پذیرند و نه انکارپذیر.**

قضیهٔ دوم گودل می‌گوید **اثبات سازگاری یک ساختار ریاضی در داخل همان ساختار ریاضی و با اتکا به اصول موضوعهٔ آن امکان‌ناپذیر است.**

به خاطر اهمیت ویژهٔ این موضوع تکرار کنیم که در تئوری نخستین گودل نشان می‌دهد که هر «ساختار ریاضی» سازگار که به اندازهٔ کافی بزرگ باشد به نحوی که علم حساب را در بر بگیرد، هرگز نمی‌تواند کامل باشد. در این «ساختار ریاضی» می‌توان یک گزار صادق ساخت که نتوان درستی اش را در داخل آن «ساختار ریاضی» به اثبات رساند.

در نظریه دوم گودل نشان می‌دهد که ساختار ریاضی نمی‌تواند سازگاری خودش را اثبات کند در نتیجه سازگاری هیچ ساختار بزرگتری را هم نمی‌توان با قطعیت از آن نتیجه گرفت. این در حالی بود که هیلبرت گمان می‌کرد یک «ساختار ریاضی» سازگار می‌تواند سازگاری خودش را نشان داده به اثبات برساند.

گودل با این کار در واقع با بنیان منطق و ریاضیات کلاسیک همان کاری را کرد که اینشتین و هایزنبرگ و دیراک با مکانیک و فیزیک و فلسفهٔ کلاسیک کردند. اینان بساط تفکر سنتی و کلاسیک را برچیدند و انسان را وارد دنیای پر از رمز و راز جدید کردند.

آنچه بعدا اتفاق افتاد از عجایب دنیای منطق و ریاضیات است. در سال ۱۹۳۱ نظریهٔ «ناکاملیت» نشان داد که برای هر مجموعه‌ای از (a)ها و (b)ها که می‌خواهد ساختمان ریاضیات را ببندد، تعدادی از (c)هاوجود دارد که نمی‌شود آنها را از همان (a)ها و (b)ها نتیجه گرفت. این سخن گودل به معنای ابطال کامل هدف کتاب «اصول ریاضی» وایتهد – راسل است. اما بدون کتاب وایتهد راسل امکان پدیداری نظریهٔ «ناکاملیت» گودل وجود نداشت.

از آنجا که کارهای «فرگه – وایتهد – راسل – هیلبرت» در این جهت بود که اصول کامل و جامع و مانع بر جهان ریاضیات و منطق را به دست دهند می‌توان مجموعهٔ آن‌ها را «ارستوی مدرن» نامید که بعدها به دست گودل از سلطنت خلع شدند. «**ارستو**» **در معنای عام کسی است که می‌خواهد خودش همهٔ حرف را به طور کامل بگوید. و گودل نشان داد که انسان هرگز قادر به این کار نخواهد بود و هیچ بهشتی برای ارستو و پیروانش متصور نیست.**

قضیه گودل ویران کننده تمامی ساختارهای مطلق است. نظام ریاضی بهترین چارچوب تفکر است گر چه به اعتبار گودل چارچوب چندان محکمی نیست. راسل با پارادوکس معروف خود حاصل یک عمر تلاش و کار فرگه را بی اعتبار

کرد. گودل با قضیه معروف خودکتاب عظیم «اصول ریاضیات» راسل و وایتهد را از سکه انداخت. گودل با نظریه incompleteness که آن را ناتمامیت یا ناکاملیت ترجمه کرده‌اند نشان داد امید به تقلیل ریاضیات به سیستمی «اصل بنیاد» بیهوده است و با این اثبات خط بطلان بر کارهای راسل و وایتهد و هیلبرت کشید. هنوز میوه‌های اثر گودل کاملا به بار ننشسته و در آینده، هوش مصنوعی مجهز به کوانتوم کامپیوتر اعجاب آن را به نمایش خواهد گذاشت. راسل و وایتهد هدف خود را حذف مطلق «دور باطل» برای اثبات اصول موضوعه قرار داده بودند و خیال می‌کردند پیروز شده‌اند اما گودل نشان داد که اشتباه می‌کردند. گودل نشان داد در هر سیستم هرقدر مستحکم، حتا در دقیق‌ترین سیستم ریاضی، «حکم صادقی وجود دارد که اثبات ناپذیری آن دقیقا از صدق آن ناشی می‌شود». این حکم گودل مورد استفاده اندیشمندان قرار گرفت. حتا اهل الهیات برای اثبات ناپذیری «خدا» از آن بهره بردند. گودل به قلعه مستحکم «اصول ریاضی» راسل وایتهد حمله برد و آن را ویران کرد. حرف گودل در خلاصه‌ترین شکل: «صدق» از «اثبات پذیری» جداست. هر سیستم نه اثبات‌پذیر و نه اثبات‌ناپذیر است پس سیستم‌ها ناتمام یا ناکامل هستند پس از ناکاملیت گودل واژه‌هایی مثل «فروپاشی» و «فاجعه» و «کابوس» بر سر زبان‌ها افتاد. ضرب المثل «نمی‌دانیم و نخواهیم دانست» توسط هیلبرت به «باید بدانیم و خواهیم دانست» تغییر کرد اما موج گودل تمام نظریهٔ هیلبرت را با خود برد. و نشان داد نظام «اصل بنیاد» ناتمام و ناکامل است. گودل نشان داد امید به تقلیل ریاضیات به سیستم «اصل بنیاد» بیهوده است. در هر نظام ریاضی «اصل بنیاد» گزاره‌هایی وجود دارند که نمی‌توان آن‌ها را در همان نظام اثبات یا ابطال کرد. وقتی ریاضیات به عنوان مستحکم‌ترین ساختار اندیشگی دچار چنین وضعی است، تکلیف سایر میدان‌ها به طریق اولی معلوم است. گودل در ۱۹۷۸ در آمریکا از دنیا رفت.

مکانیک کوانتوم

برای بررسی اوضاع اندیشگی معاصر، ناگزیر باید به عنصر اصلی تفکر فلسفی امروز یعنی فیزیک نظری توجه کرد. شروع دنیای نوین با مکانیک کوانتوم و نسبیت است.

احتمالا با اندکی (و فقط اندکی) مبالغه می‌توان گفت همه چیز از ۱۴ دسامبر سال ۱۹۰۰ در آلمان شروع شد. در این روز ماکس پلانک در انجمن فیزیک‌دانان، مکانیک کوانتوم را معرفی کرد و کلید دنیای نوین را زد.

اگر به یک گردن‌بند مروارید بنگریم دو جزء قابل تشخیص است: دانه‌های مروارید و نخ درونی. در مشاهدهٔ گردن‌بند، بدون ورود به جزئیات و به عنوان پیش فرضی ساده همواره پذیرفته‌ایم که نخ پیوسته است و دانه‌ها تک‌تک و منفصل.

پلانک در مورد نخ صحبت نمی‌کند، در مورد دانه‌های مروارید صحبت می‌کند و می‌گوید دانه‌های مروارید نمی‌توانند پیوسته باشند بل‌که به صورت دانه‌های مجزا و مستقل از یکدیگرند. این گفتهٔ پلانک به نام مکانیک کوانتوم معروف شده است. البته پلانک به جای مروارید کلمهٔ نور را به کار می‌برد. پس نور یا انرژی تشعشعی مانند آبی نیست که از آبشاری بریزد بل‌که مانند گلوله‌های مجزای نورانی است، مانند لامپ‌های مجزای رشتهٔ چراغانی.

این سخنان انقلابی، هیجان و ناباوری عظیمی را موجب شد. تا قبل از آن فیزیک به پدیده‌های متصل می‌پرداخت و قوانین آن را تجربه می‌کرد، پدیده‌های منفصل به حسب مورد و تک به تک بر حسب شرایط خاص مورد مطالعه قرار می‌گرفت، این بار قرار شد پدیده‌ای منفصل به رشتهٔ نظم کشیده شود.

این پدیدهٔ منفصل چیست؟ نور؟ نوری که از قدیم‌الایام و در تمامی اندیشگی اسطوره‌ای – فلسفی – مذهبی بشر، نوعی هالهٔ مقدسِ پیوسته بود؟ نوری که خود مانند نخی محکم از تمامی گوی‌های جهان می‌گذشت؟ آیا نخ گردن‌بند و

آبِ آبشار نیز منفصل است؟ نه، این دیگر غیر ممکن است.

دروازه‌ای که پلانک گشود چشم‌انداز وسیعی در اختیار گذاشت و عدهٔ زیادی را به خود جذب کرد. مکانیک کوانتوم که آن را مکانیک آماری یا مکانیک پلانک هم خوانده‌اند آغازگر جلوه‌گری‌های افسانه‌ای ستارگان درخشانی شد که در هیچ فهرستی نمی‌توان نام تمامی آنان را آورد. راهی که سرآغازش با پلانک، اینشتین، بور، رادرفورد، پاولی، دوبروی، شرودینگر، هایزنبرگ، دیراک، فرمی، زیلارد، یوکاوا و دیگران بوده است و در آن ستارگانی چون فاینمن و تایلور و هاوکینگ و ساگان و دیگران می‌درخشند.

این دانشمندان بزرگ در زمانهٔ خود پسرانی پر از شیطنت و شور زندگی و کنجکاوی‌های و بازی بوده‌اند اما در بازی‌هاشان به دنبال شادی و شادکامی انسان بوده و همگی به سختی در راه دانش کوشیده‌اند.

گفته‌اند سخن بر دو نوع است: «راست» و نوع دوم. اما نوع دوم سخن بر سه نوع است: دروغ، دروغ مصلحت‌آمیز و «آمار». پلانک نشان داد آمار از هر «راست» به حقیقت نزدیک‌تر است.

بلافاصله پس از پلانک نوبت به آلبرت اینشتین می‌رسد که در حدود ۱۹۰۵ با استفاده از مکانیک پلانک توانست پدیدهٔ فوتوالکتریک را توضیح دهد.

آنگاه نوبت نیلز بور است که در سال ۱۹۱۳ توانست بر مبنای کارهای پلانک مدل اتمی معروف به اتم بور را به جهان معرفی کند. اتم سیاره‌ای کوانتومی بور برای نخستین بار چشم ارستوییان را به روی جهان بی‌نهایت کوچک‌ها گشود. از هر سو دانش‌مندان سرازیر شدند و به کشف گوشه‌های سرزمین کوچولوهای گالیور پرداختند.

در گذشته مدل‌های اتمی مختلف پیشنهاد می‌کردیم. آخرین شان مدل اتمی نیلز بور. هسته وسط و الکترون‌ها در حال چرخش به دور آن. امروزه این مدل‌ها کاملا کنار رفته است. مشخص شده خود هسته به اشکال مختلف از ذرات بنیادی‌تر تشکیل شده و حتا الکترون نیز دارای دو جزء است و هیچ

فیزیکدانی به دنبال پیشنهاد مدل اتمی نیست زیرا به قدری پُر پارامتری و بغرنج است که ترجیح می‌دهیم فقط در مورد اجزاء آن مثلا بوزون هیگز صحبت کنیم.

یکی از ظریف‌ترین این سیاحان، لویی دوبروی، شاهزادهٔ موسیقی‌دانی است که به کشف موسیقی درون اتم‌ها نایل آمد. همان‌گونه که هر صوت دارای یک هارمونی اصلی و تعداد زیادی هارمونی درجات دوم و سوم و پایین‌تر است که تعدادشان در سری فوریه تا بی‌نهایت جلو می‌رود، هر مدار اتم نیز دارای یک ظرفیت اصلی است. در واقع درونی‌ترین مدار با کم‌ترین مقدار انرژی را می‌توان آهنگ اصلی این ساز موسیقی در نظر گرفت که آهنگ‌های فرعی در مدارهای خارجی آن را همراهی می‌کند. بین این دو مدار جز خلاء نیست و فقط امواج خلبان (خلاءبان؟) می‌توانند به این مدارهای غریب سفر کنند.

سخنان وحی‌گونهٔ دوبروی مالیخولیایی‌تر از آن بود که به دست خود او تبدیل به روابط نهایی ریاضی شود اما بلافاصله اروین شرودینگر آن را مدون کرد و به شکل مکانیک موجی منتشر ساخت. از این جا به بعد تصاویر حقیقت فلسفی در آینه‌کاری ظریف و زیبا با زوایای مختلف و ابعاد گوناگون شکست. نور هم ماده است و هم موج. آلیس در سرزمین عجایب.

کسی که از موج دریا فقط اطلاعات صوتی دارد آن را آهنگی با فرکانس اندکی منظم می‌شنود. کسی که اطلاعات نوری (تو بگو از داخل هواپیما) دارد آن را رشته‌هایی از بافته‌هایی ظریف و سفید بر زمینه‌ای از مخمل سبز می‌بیند. تنها کسی‌که اطلاعات غوطه‌ای لامسه دارد آن را «گردابی چنین هایل» می‌شناسد. دریا اما، تمامی این‌ها و بسی بیش‌تر نیست؟ ببر، با اطلاعات شنوایی یک منبع صوتی قوی است با اطلاعات لامسه یک پوست مخملی است با اطلاعات بینایی از نزدیک (که فقط بخشی از پوست را نشان دهد) مخمل موج دار است. اما ببر هر سهٔ این‌هاست و چیزهای دیگر هم هست. مکانیک موجی توانست بسیاری از پدیده‌هایی را که قبلا غیر قابل توضیح

می‌نمودند توضیح دهد.

هایزنبرگ نشان داد در داخل آینه‌های اتم و در جهان ما هیچ پدیدهٔ قـطعی وجود ندارد و نمی‌تواند داشته باشد.

در سال ۱۹۲۹ فیزیک‌دان کمبریج پُل دیراک در تلاش برای کشف وابستگی دو مکانیک کوانتوم و نسبیت به معادله نسبیتی موج دست یافت و این او را به پیش‌گویی پیام‌بر گونه‌ای از نوع پیش‌گویی‌های مندلیف کشانید. ضـد مـاده. سپس بسیاری برای کشف ناشناخته‌ها سرازیر شدند و کارهایی عظیم انجام دادند. تئوری میدان واحد – اصل وحدت نیرو – ریسمان – فوق تار – فوق غشاء – و سایر اندیشگی‌ها که با ریاضیاتی مانند اصل عدم کاملیت گودل و مشاهداتی مانند سوپرنوا و مطالعاتی مانند فیزیک تکینهٔ سیاه‌چاله‌ها هـمراه بوده است.

در زمینه‌های دیگر با ورود کامپیوتر و شعور مصنوعی یا آن چه در زبان ما به هوش مصنوعی ترجمه شده بزرگ‌ترین وقایع رخ داده است. پیش‌رفت‌های کامپیوتر به ریاضیات فاجعه و به هندسهٔ آشوب و به منطق فازی منجر گردیده است به طوری که گفته‌اند، تـنها مکـتبی مـی‌توانـد ادعـای اعـتبار کـند کـه فلاسفه‌اش بتوانند تمامی جنبه‌های فراکتال و آشوب و فازی و فاجعه را در هر دو میدان نسبیت و مکانیک کوانتوم ببینند.

پیش‌رفت‌های ریاضیات عددی و حل معادلاتی که با شیوه‌های تحلیلی غیر قابل حل بودند از دست‌آوردهای ریاضیات کامپیوتری است. دست‌رسـی بـه پاسخ این معادلات روزگاری بزرگ‌ترین آرزوی دانش‌مندان بود. در این زمینه می‌توان از حل معادلات دیفرانسیل با درجات بالا نام برد. همچنین از ایجاد کتابخانه‌های ریاضی کامپیوتری که حاوی کلیهٔ عملیات ضـروری ریـاضی از جمله عملیات روی ماتریس‌ها هستند. این علم تا حد تشکل عددی معادلات دیفرانسیل پیش رفت و شیوه‌هایی مانند اجزاء محدود به خدمت گرفته شد که در بعضی موارد حل یکپارچهٔ مساله به حل چندصد هزار معادله با چند صـد

هزار مجهول منجر می‌شود.

در زمینهٔ علوم عملی کار تا حد مسافرت‌های فضایی و مخابرات تصویری پیش رفت. در حال حاضر تصویر دانش‌های بشری به گونه‌ای است که تنها فهرست نام‌ها یا عنوان‌های دانش‌های مختلف از حجم دفتر حاضر بیش‌تر می‌شود، به طوری که «علم اطلاعات» برای اطلاع رسانی و در ضمن برای جلوگیری از «آلودگی اطلاعات» وضع شده است.

فیزیک نظری تنها شاخهٔ اندیشگی بشری نیست، اگر نگاهی به سایر شاخه‌ها بیندازیم با نام‌آورانی چون پوانکاره، گودل، وایتهد، راسل، پوپر و دیگران مواجه می‌شویم.

بعضی فلاسفه، نظرات پوپر را به عنوان سنگ بنای تفکر جدید فلسفه علم معرفی می‌کنند. علم آن است که تجربه‌پذیر، تکرارپذیر و ابطال‌پذیر باشد. فرض پنهان در نظریات پوپر و اغلب فلاسفه «مطلق انگاری مغز بشر» است که این مردود است. مغز بشر محاط است و محیط نیست. ابطال‌پذیری پوپر مدت‌ها حکمروایی کرد اما صحت هیچ نظریه‌ای همیشگی نیست. ایرادی که به پوپر گرفته‌اند این که بعضی نظریه‌ها مثل تکامل داروین محکم‌تر از این حرف‌ها به نظر می‌رسند. آن چه ابطال‌ناپذیر است علم نیست. امروزه می‌توان دید اکثر گزاره‌ها ابطال پذیرند یا به وجه قانع کننده‌ای می‌توان آن‌ها را ابطال‌پذیر دانست و میدان غیر علم یا خرافه و هپروت روزبه‌روز کوچک‌تر می‌شود. ابطال پذیری پوپر اشکالات خود را دارد و همیشه نمی‌توان به آن استناد کرد. آزمون پذیری، مشاهده پذیری یا ابطال پذیری در بسیاری جنبه‌های علم دیده می‌شود. تجربیات علمی باید تکرارپذیر باشد. باز شدن دریا نزد حضرت موسی و سایر معجزات پیامبران، اگر چه تجربه است اما تکرارپذیر نیستند بنابراین در میدان علم نیستند. در میدان الهیات هستند. دو فرشته «انکر» و «منکر» آزمون‌پذیر، مشاهده‌پذیر و ابطال‌پذیر نیستند بنابراین در میدان علم نیستند، در میدان الهیات هستند.

تا پیش از مکانیک کوانتوم، درک به معنای امکان تصور بود. در ریاضیات اولیه می‌بینیم هندسهٔ اقلیدس، فضای پهناور صاف را که از هر سو تا بی‌نهایت گسترده شده نشان می‌دهد. هندسهٔ لوباچفسکی فضایی شبیه به زین اسب را نمایان می‌کند. هندسهٔ ریمان به فضایی گرد و خمیده شبیه به کره دلالت می‌کند. به تدریج ابعاد ریاضی جهان گسترش یافت تا در نهایت به بُعد یازدهم در «سوپر تار» و بُعد سیزدهم در «سوپر غشاء» منجر گشت. در این حال «درک» به معنای «امکان تصور» کاملا کنار رفت. در فضای جدید مکانیک کوانتوم، درک به معنای امکان نوشتن به زبان ریاضی است.

ما باید تمام ریاضیات را مانند یک میکروسکپ در دست‌مان بگیریم و از پشت آن به درون اتم نگاه کنیم. اگر داخل اتم «دیده شد» اسم آن را درک جهان داخل اتم می‌گذاریم. هر کتابی که با زبان غیر ریاضی به کوانتوم مکانیک بپردازد دچار ضعف «دید» خواهد شد. نگفته پیداست کتاب حاضر که در مورد فلسفهٔ علم و ریاضیات است اما از بیان ریاضی می‌پرهیزد تا چه اندازه محدود می‌شود، اما همهٔ آحاد بشر «محکوم» به دانستن ریاضیات نیستند! البته انسان‌ها مایلند بدانند ریاضی‌دانان در مورد چه گفتگو می‌کنند.

امروزه برخی فیزیک‌ریاضی‌دانان سخن خود را به گونه‌ای می‌گویند که برای غیر ریاضی‌دانان نیز آشنایی هر چند مختصری فراهم می‌آورد. اما لحظه‌ای را تصور کنیم که بتهوون بخواهد برای یک «ناشنوا» موسیقی خود را بیان کند. بدون ساز و اجرا و صوت از موسیقی چه می‌فهمیم؟ اکنون اگر مخاطب را از بینایی هم محروم کنیم به طوری که قادر به دیدن نت‌ها نیز نباشد آنالوژی را به واقعیت نزدیک‌تر کرده‌ایم.

بسیاری از بخش‌های فیزیک را یک نفر ایجاد کرده است، مکانیک نیوتن، الکترودینامیک ماکسول یا نسبیت اینشتین همگی کار یک نفر است، اما مکانیک کوانتوم کاری دستجمعی است که در سی سال اول قرن بیستم پدید آمد. مکانیک کلاسیک قادر به تشریح اوضاع داخلی ماده نبود، برای این کار

مکانیک کوانتوم به کار گرفته شد. در این علم به بررسی جزئیات اوضاع و احوال جهان بی‌نهایت کوچک‌ها می‌پردازیم. به علم کوانتوم مکانیک اسامی مختلف داده‌اند و آن را «فیزیک کوانتوم» یا «نظریهٔ کوانتوم» هم گفته‌اند. کوانتوم QUANTUM در لغت به معنی «مقدار» و «اندازه» و مانند آن است و به کمیّت کوچک اشاره می‌کند. کوانتوم در فیزیک اتمی معنی کوچک‌ترین جزء می‌دهد. مثلا کوانتوم انرژی به معنای کوچک‌ترین واحد یا بستهٔ انرژی است. جمع آن «کوانتا» خوانده می‌شود که به معنی «کوانتوم‌ها» است. شروع این علم سال ۱۹۰۰ در سرآغاز قرن بیستم و شروع کنندهٔ آن ماکس پلانک است.

ماکس پلانک

Max Planck

۱۸۵۸ تا ۱۹۴۷

کشف بسته‌های انرژی – سال ۱۹۰۰ – جایزه نوبل ۱۹۱۸

پدر کوانتوم مکانیک، ماکس پلانک، فیزیک‌ریاضی‌دان آلمانی است. علم فیزیک به دو شاخهٔ اصلی تقسیم می‌شود. شاخهٔ اول عملی یا تجربی یا آزمایشگاهی و شاخهٔ دوم فیزیک نظری یا فیزیک ریاضی است. کشفیات اولیهٔ تئوری کوانتوم به شاخهٔ فیزیک نظری یا فیزیک ریاضی تعلق دارد.

ماکس پلانک در خانواده‌ای فرهنگی به دنیا آمد. پدرش حقوق‌دان و استاد دانشگاه بود. ماکس فرزند ششم خانواده است. اسم «ماکس» را که مخفف مارکس و مارکوس و ماکسیمیلیان است خودش در ده سالگی برای خود انتخاب کرد. در کودکی شاهد اشغال شهر زادگاهش توسط ارتش اتریش بود. در نوجوانی به موسیقی روی آورد. پیانو و ارگ و ویلن سل می‌نواخت. آموزش آواز دید و برای آواز آهنگ نوشت. حتا اپرا هم نوشته است اما در نهایت به جای موزیک به سرزمین فیزیک داخل شد.

پروفسور فیزیک دانشگاه مونیخ به او گفت: «به رشتهٔ فیزیک وارد نشو چون

دیگر هیچ چیز کشف نشده در فیزیک وجود ندارد و همه چیز معلوم شده است و فقط یک مقدار از جزئیات باقی مانده که در طول زمان روشن خواهد شد». این نگاه عمومی زمانه بود. پلانک جواب داد: «من برای کشف چیزهای جدید وارد این رشته نمی‌شوم بلکه دلم می‌خواهد تمام چیزهائی را که تاکنون کشف شده بشناسم». پلانک در ۱۸۷۴ در هفده سالگی وارد دانشگاه مونیخ و سه سال بعد در ۱۸۷۷ وارد دانشگاه برلین شد.

در سال ۱۸۸۷ با ماری مرک (۱۹۰۹–۱۸۶۱) ازدواج کرد. همسرش در ۴۸ سالگی از دنیا رفت. حاصل این ازدواج سه فرزند بود. کارل (۱۹۱۶–۱۸۸۸) که در بیست و هشت سالگی در جنگ کشته شد. دو دختر دوقلو به نام‌های گرِته (۱۹۱۷–۱۸۸۹) و اِما (۱۹۱۹–۱۸۸۹) که هر دو تازه عروس بودند و در سنین بیست و هشت سالگی و سی سالگی از دنیا رفتند. زخم عمیق مرگ فرزندان قلب پلانک را تا آخر عمر جریحه دار کرد به طوری که گاه در سخنرانی‌های علمی خود نیز به این غم بزرگ اشاره می‌کرد. پلانک از ازدواج دوم صاحب یک پسر شد. اروین (۱۹۴۵–۱۸۹۳) که به اتهام دست داشتن در سوء قصد بر علیه هیتلر در سال ۱۹۴۵ با جوخهٔ آتش نازی‌ها تیرباران شد.

ماکس در دانشگاه مونیخ و سپس دانشگاه برلین زیر نظر برجسته‌ترین استادان روزگار خود تحصیل کرد و رسالهٔ پایان نامهٔ دکترایش را در فیزیک حرارت و در مورد قانون دوم ترمودینامیک گذراند. در سال ۱۸۸۰ عضو هیأت علمی دانشگاه مونیخ شد و پس از پنج سال استاد دانشگاه کیل گردید.

در سال ۱۸۸۹ با سمت استادیاری به دانشگاه برلین منتقل شد و مدیر مرکز فیزیک نظری گردید. کلاس‌هایش در دانشگاه برلین شهرت عام پیدا کرد. معمولا آمفی‌تأتر مملو از جمعیت می‌شد و بسیاری نیز در دو سوی سالن می‌ایستادند یا بر زمین می‌نشستند و به مطالب پلانک گوش می‌کردند. درس‌های پلانک در زمینه‌های مختلف فیزیک نظری، نو و دشوار بود. یک روز پلانک فراموش می‌کند کلاسش در کدام اتاق برگزار می‌شود، از یک

کارمند دفتری تازه وارد می‌پرسد: «کلاس پروفسور پلانک کجا تشکیل می‌شود؟» کارمند که وصف پلانک را شنیده بود اما قیافهٔ او را ندیده بود و از نزدیک پلانک را نمی‌شناخت گفت: «جوان! به این کلاس نرو! برای تو هنوز زود است که درس استاد پلانک، دانشمند بزرگ اینجا را بفهمی».

پلانک در اثر تحقیقاتش در سال ۱۹۰۰ موفق به کشف عظیمی شد که بنیان فیزیک نظری را زیر و زبر کرد. تا آن زمان باور عمومی چنین بود که انرژی کمیتی متصل است و تا وقتی منبع انرژی دارای ذخیره است، به بیرون می‌تراورد. در یک آتش سوزی، وقتی شیر شیلنگ آتش نشانی را باز می‌کنیم، آب به صورت پیوسته و دائمی به بیرون فوران می‌کند. این عمل تا آنجا که ذخیرهٔ منبع آب تمام نشده ادامه پیدا می‌کند. اگر این ذخیره مانند خورشید پایان‌ناپذیر و دائمی باشد، انرژی به صورت پیوسته بر سطح یا مثلا دیوار روبرو می‌تابد.

سخن پلانک یا «قانون اساسی» مکانیک کوانتوم چنین است: انرژی کمیّت پیوسته نیست و تکّه تکّه یا بسته بسته حرکت می‌کند. نام هر تکه یا بسته یا واحد انرژی «کوانتوم انرژی» است.

بیایم در کنار شیلنگ آتش نشانی که به دیوار روبرو آب را به صورت پیوسته می‌پاشد یک فرد مسلسل به دست در نظر بگیریم که به سمت دیوار شلیک می‌کند. اگر سرعت شلیک مسلسل بالا باشد گلوله‌های داغ آن به نظر پیوسته می‌رسند اما گلوله‌ها پیوسته نیستند و بین هر دو گلوله یک فاصله هست. یعنی پس از آن که گلولهٔ اول با دیوار برخورد کرد، زمانی طول می‌کشد تا گلولهٔ دوم به دیوار برسد. هرقدر این زمان کوتاه باشد، در اصلِ مسأله که گلوله‌ها مجزا هستند تغییری ایجاد نمی‌کند. هر فشنگ مسلسل یک کوانتوم انرژی است. اگر فشنگ اول یک مقدار اثر داشته باشد فشنگ دوم دو برابر و فشنگ سوم سه برابر اثر خواهد داشت. پلانک به خاطر همین اکتشاف به پدر علم مکانیک کوانتوم مشهور گردید و در سال ۱۹۱۸ جایزهٔ نوبل فیزیک را از آن خویش کرد.

تا قبل از پلانک، مکانیک نیوتن تـنها دسـتگاه تـوضیح دهـندهٔ پـدیده‌های طبیعی بود که در اندازه‌ها و سرعت‌های روزمره به خوبی کار می‌کرد و از عهده بر می‌آمد اما مکانیک نیوتن قادر به توضیح مسایل مربود به جهان بی‌نهایت کوچک‌ها نبود و در هر زمینه‌ای کوتاه دست می‌ماند. نیاز به مکانیک مناسب برای بررسی داخل اتم از هر سو احساس می‌شد. مکانیک کوانـتوم حـرکتی انقلابی در جهت درک جهان اتمی و داخل اتم است. البته باید توجه داشت که در آن زمان هنوز ساختمان اتمی ماده به صورت امروزی کشف نشده بود و در عمل کشف مکانیک کوانتوم باعث کشف ساختمان داخلی اتم شد.

فرمولی که پلانک برای مقدار انرژی هر پرتابه یا گلولهٔ انرژی (هـر فشـنگ مسلسل) ارائه کرد بسیار ساده است. هنگامی که یک نور مشخص به صفحهٔ روبرو می‌تابد، مقدار انرژی هر گلوله برابر است با حاصلضرب نوسان آن نور در عدد ثابت.

این عدد ثابت به عدد پلانک معروف است و مقدار آن بسیار کوچک است و در دستگاه «متر –کیلوگرم – ثانیه» ۳۳ صفر بعد از ممیز دارد. ثابت پلانک پایهٔ همهٔ محاسبات بعدی کوانتوم مکانیک قرار گرفته است.

در سال ۱۹۰۹ دانشگاه کلمبیا نیویورک از او به عنوان پروفسور فیزیک نظری دانشگاه برلین برای سخنرانی و برگزاری کلاس‌های آمـوزشی دعـوت کـرد. سخنرانی‌های او ترجمه شـد و بـه چـاپ رسـید. در سـال ۱۹۲۶ از تـدریس دانشگاه برلین بازنشسته شد و اروین شرودینگر جای او را گرفت.

پلانک از محترم‌ترین دانشمندان آلمان و جهان است و یکی از بـزرگ‌ترین مراکز فیزیک جهان به نام اوست. هر سال مدال این مؤسسه که در شأن و اعتبار، همسنگ جایزهٔ نوبل فیزیک است به یکی از فیزیک‌دانان بزرگ اهدا می‌شود. اینشتین در مورد پلانک می‌گوید: من از بزرگی پلانک چه می‌توانم بگویم؟ عظمت او چه نیازی به تأیید حقیرانهٔ من دارد؟ کاری که پلانک کرده نیرومندترین تکان را برای ترقی علم وارد کرده است. افکار او تا آن هنگام که

علم فیزیک در جهان باقی است تأثیر خود را حفظ خواهد کرد.

آلبرت اینشتین

Albert Einstein

۱۸۷۹ تا ۱۹۵۵

کشف فوتون نور – سال ۱۹۰۵ – جایزه نوبل ۱۹۲۱

نسبیت خاص ۱۹۰۵ – نسبیت عام ۱۹۱۵

اگر قرار باشد فقط از سه دانشمند بزرگ بین هزاران دانشمند طول تاریخ نام ببریم، ارستو – نیوتن – اینشتین جلوتر از سایرین قرار می‌گیرند.

اینشتین فیزیک‌ریاضی‌دان آلمانی است. در مورد زندگی و کار او هزاران صفحه مطلب نوشته‌اند و صدها کتاب و مقاله به چاپ رسانده‌اند. برای رعایت اختصار فقط به کار او در زمینهٔ کوانتوم مکانیک نگاهی می‌کنیم و نیم نگاهی نیز به نسبیت می‌اندازیم. اینشتین به اغلب احتمال، تأثیر گذارترین چهرهٔ قرن بیستم بود و کشف عظیم او در زمینهٔ هم ارزی جرم و انرژی پایهٔ اصلی اختراع بمب اتمی گردید که نقطهٔ پایانی جنگ دوم جهانی است. اینشتین در سال ۱۸۷۹ در آلمان در خانواده‌ای یهودی اما لیبرال به دنیا آمد. در بدو تولد سر بزرگ داشت که مادرش را نگران می‌کرد. خیلی دیرتر از بچه‌های دیگر به حرف زدن افتاد. با آن که خانواده‌اش یهودی بود اما افراد در قید و بند مذهب نبودند و آلبرت به مدرسهٔ کاتولیک‌ها رفت. به خدا اعتقاد داشت اما به هیچ دین مشخص پابند نبود. مسلک او «همه خدائی» بود. مادرش علاقه داشت موسیقی‌دان شود به همین جهت او را تحت آموزش ویولن قرار داد. اینشتین تا آخر عمر ویولن خود را همراه داشت و گاه با ارکسترهای مجلسی کوچک می‌نواخت. در موسیقی به درجهٔ استادی نرسید اما خوش می‌نواخت. در پنج سالگی یک قطب نما هدیه گرفت که تخیلش او را به دور دست‌ها برد. چیزی آن بیرون هست که قطب نما را کنترل می‌کند. پدرش دچار مشکلات مالی شد

و با خانواده به ایتالیا رفت اما آلبرت را به شبانه روزی گذاشتند تا درسش را تمام کند. در دبیرستان به دروس مدرسه بی‌علاقه بود. با ترفندی ترک تحصیل کرد و بدون گرفتن هیچ گونه مدرک تحصیلی دبیرستانی به ایتالیا رفت. خانواده‌اش او را به سوییس فرستادند تا تحصیلاتش را تمام کند. در سال ۱۸۹۶ در هفده سالگی دیپلم دبیرستان گرفت. در کنکور ورودی پلی تکنیک زوریخ مردود شد. سال بعد در امتحان ورودی قبول شد و توانست در سال ۱۹۰۰ از پلی تکنیک معروف زوریخ فارغ‌التحصیل شود. پس از پایان تحصیل در سال ۱۹۰۰ به تابعیت سوییس در آمد. دو ماه به عنوان معلم ریاضی تدریس کرد. پس از آن در ادارهٔ ثبت اختراعات سوییس استخدام شد. در سال ۱۹۰۵ تز دکترای خود را به دانشگاه زوریخ ارائه کرد و در مجلهٔ علمی معتبر و مشهور «ماهنامه فیزیک آلمان» به چاپ رساند که در نتیجه به دریافت درجهٔ دکترا در فیزیک نائل آمد.

اینشتین در پایان همان سال چهار مقالهٔ بسیار مهم دیگر در همان مجله به چاپ رساند که هر کدام از کشفیات عمدهٔ جهان فیزیک به شمار می‌آمد. این چهار مقاله برای همیشه نظرگاه انسان را نسبت به جهان تغییر داد.

۱ – حرکت ذرات کوچک معلق در مایعات ساکن.

۲ – نظریهٔ فوتون در نور.

۳ – نسبیت خاص.

۴ – هم ارزی جرم و انرژی.

البته تمام این مقالات با زبان ریاضی بیان شده است. در مورد مقالهٔ اول باید گفت یکی از مهم‌ترین تجربیاتی که به کشف امروزین اتم منجر شد توسط گیاه‌شناس اسکاتلندی، رابرت براون (۱۸۵۸ – ۱۷۷۳) انجام گردید. براون گرده‌های گل را روی آب پخش کرد اما هنگامی که با میکروسکپ نگاه کرد متوجه شد که گرده‌های بسیار ریز گل که بر سطح آب ریخته، تحت تأثیر نیرویی نامعلوم، بر سطح آب و در تمام جهات حرکت می‌کنند. حرکت براونی

به معمایی تبدیل شد و بسیاری افراد روی آن کار کردند تا آن کـه در حـدود هشتاد سال بعد اینشتین مسأله را با وضوح حل کرد: «اتم‌ها به گرده‌ها ضربه می‌زنند و باعث حرکت آن‌ها می‌شوند». ایـن اولیـن تـجربهٔ مسـتقیم اتـمی محسوب می‌شود. تثبیت نهایی تئوری اتم به دست اینشتین انجام شد که در سال ۱۹۰۵ رابطهٔ ریاضی حرکت براونی را ارائه داد.

مشارکت اینشتین در مکانیک کوانتوم متهورانه است. نظریهٔ فوتون در نور که به قانون معروف به فوتوالکتریک ختم شد جایزهٔ نوبل فیزیک سال ۱۹۲۱ را برای او به ارمغان آورد. اگر چه اینشتین شهرت اصلی خود را از نسبیت‌های خاص و عام کسب کرده بود اما جایزهٔ نوبل فیزیک را به خاطر دست آوردش در زمینهٔ کوانتوم مکانیک به او دادند. نور از کوانتوم‌های نور یا انرژی تشکیل شده و این کوانتوم‌ها به نام فوتون است. یعنی نور از ذرات اولیه به نام فوتون به وجود می‌آید. طبق نظریهٔ پلانک، انرژی در واحدهای انفصالی می‌تابد. نور و هر موج الکترومغناتیس دیگر نیز به همین ترتیب عمل می‌کند. بعدها این کشف بزرگ، پایهٔ به وجود آمدن نظریهٔ فوتوالکتریک شد که یعنی: «از نـور می‌توان برق گرفت».

نیلز بور

Niels Bohr

۱۸۸۵ تا ۱۹۶۲

کشف مدل اتمی – سال ۱۹۱۳ – جایزه نوبل ۱۹۲۲

نیلز بور فیزیک‌ریاضی‌دان دانمارکی است. پدرش پروفسور فیزیولوژی دانشگاه کپنهاگ بود. با آن که در خانوادهٔ یهودی به دنیا آمد اما والدینش توافق کردند که بچه‌ها مسیحی تربیت شوند. از علاقه‌مندان فوتبال بود. برادرش در تیم ملی بازی می‌کرد و خودش در تیم‌های محلی دروازه‌بان می‌شد.

پس از پایان دبیرستان در ۱۹۰۳ در ۱۸ سالگی در دانشگاه کپنهاگ در رشتهٔ

فیزیک ثبت نام کرد. در دانشگاه علاوه بر فیزیک، در سایر رشته‌های مورد علاقه‌اش، نجوم، ریاضیات و فلسفه نیز درس خواند. در دوران تحصیل دانشگاهی خوش درخشید. با آن که دانشگاه کپنهاگ در آن زمان در رشتهٔ فیزیک امکانات چندانی نداشت اما نیلز توانست از امکانات آزمایشگاه پدرش استفاده کرده و محاسبات کشش سطحی مایعات را با دقت انجام دهد و جایزهٔ نخست یک مسابقهٔ علمی را به دست آورد.

در سال ۱۹۰۹ با درجهٔ کارشناسی ارشد فارغ‌التحصیل شد. در سال ۱۹۱۱ رسالهٔ دکترایش مورد قبول واقع شد و در ۲۶ سالگی به دریافت درجهٔ دکترای فیزیک نائل گردید.

از زندگی خصوصی او همین قدر بگوئیم که یکی از فرزندانش «آگه بور» فیزیکدان شد و در سال ۱۹۷۵ جایزهٔ نوبل فیزیک را برد.

ارنست رادرفورد دانشمند نیوزیلندی (۱۹۳۷–۱۸۷۱) که به تابعیت انگلستان در آمد. استاد دانشگاه منچستر بود و یکی از فیزیکدانان بزرگ آزمایشگاهی به شمار می‌آمد. در سال ۱۹۰۸ جایزهٔ نوبل برد. گفته‌اند همه چیز از آزمایشگاه رادرفورد در دانشگاه منچستر شروع شد. بور در منچستر در آزمایشگاه رادرفورد کار می‌کرد. رادرفورد مدل اتمی خود را ارائه داده بود اما نیلزبور که با سمت دستیار با او کار می‌کرد فکر بهتری به خاطرش رسید که باعث شهرت اصلی او شد.

دستآورد اصلی بور، ارائهٔ مدل اتمی در سال ۱۹۱۳ بود. بور پس از ارائهٔ اولین نظریه‌اش در این مورد، مدت‌های طولانی سفر کرد، با دانشمندان ردهٔ اول جهان به تبادل نظر پرداخت و مدل اتمی خود را کامل‌تر کرد. پس از دیدار با همهٔ بزرگان و انجام همه گونه تحقیقات، به بیان خودش «پیام‌آور کتاب مقدس الکترومغناتیس» شد.

تشریح پیشرفت‌های گام به گام نیلز بور در ارائهٔ مدل اتمی در حجم کتاب حاضر مقدور نیست. اینجا فقط بگوئیم که در مدل اتمی بور، الکترون‌ها حول

هستهٔ اتم در مدارهای مختلف و متحدالمرکز می‌گردند. روی هر مدار چند الکترون قرار دارد. هنگامی که یک الکترون از یک مدار به مدار دیگر می‌جهد، مقداری انرژی آزاد می‌شود. مقدار این انرژی و ارتباطش با کوانتوم نور یا فوتون جزو بحث‌های انجام شدهٔ نیلز بور است. بور همچنین نشان داد که آرایش الکترون‌ها خواص شیمیایی عناصر را به وجود می‌آورند. بور دست‌آوردهای فراوان دیگری نیز در زمینهٔ مکانیک کوانتوم و فیزیک اتمی ارائه کرد.

هنگام ترسیم مسیر حرکت متحرکی مانند مورچه بر روی صفحه، یک منحنی خواهید کشید، اما اگر صفحه شطرنج باشد و شما بازی شطرنج را می‌نویسید چه؟ دیگر چه اهمیتی دارد که بازیکن وقتی مهره را از یک خانه برداشت آیا آن را تا ارتفاع سرش بالا می‌آورد یا روی پیشانی می‌گذارد یا تند و قاطع حرکت می‌دهد؟ چگونه مهره را از یک خانه به خانهٔ دیگر می‌برد اهمیت ندارد، فقط خانهٔ مبدأ و مقصد اهمیت دارند. در کوانتوم مکانیک شما با چنین ماجرایی سر و کار دارید. الکترون از مدار ۲ به مدار ۳ می‌جهد (یا بر عکس) در این راه مقداری انرژی آزاد (یا مصرف) می‌شود.

نیلز بور شخصیت اصلی کوانتوم مکانیک است. امروزه کمتر کسی او را می‌شناسد. اما برای آشنایی با شهرت عالمگیرش در آن زمان بگوییم که اینشتین بارها نیلزبور را در مقاطع مختلف ستوده. از جمله: بور، این انسان احساساتی ظریف و دارای خرد هوشمندانه، چگونه توانست مهم‌ترین قانون پوستهٔ الکترونی اتم را کشف کند. این عالی‌ترین هم‌آهنگی تفکر و ادراک، برای من در حکم معجزه است.

نیلز بور در سال ۱۹۲۲ جایزهٔ نوبل فیزیک را به خاطر ارائهٔ مدل اتمی و پیشرفت‌های مکانیک کوانتوم دریافت کرد.

لویی دوبروی

Louis de Broglie

۱۸۹۲ تا ۱۹۸۷

مکانیک موجی – سال ۱۹۲۴ – جایزه نوبل ۱۹۲۹

لویی دوبروی فیزیک‌ریاضی‌دان فرانسوی است. در خانواده‌ای اشرافی به دنیا آمد. لقب «دوک» داشت. هرگز ازدواج نکرد. در سال ۱۹۱۰ از دانشگاه سوربن پاریس لیسانس تاریخ گرفت. در شروع جنگ اول جهانی ۱۹۱۴ به خدمت ارتش در آمد و در مخابرات رادیوئی مشغول کار شد. پس از جنگ در اثر علاقه به ریاضیات و فیزیک در آن رشته‌ها به تحصیل پرداخت. در سال ۱۹۲۴ رسالهٔ دکترای فیزیک به دانشگاه سوربن ارائه کرد و به درجهٔ دکترای فیزیک نائل آمد.

لویی دوبروی متوجه شد همراه با هر ذرهٔ مادی، یک موج نیز حرکت می‌کند. او توانست خاصیت موجی بودن ذرات را کشف و فرموله کند که در سال ۱۹۲۴ به جهان ارائه شد و توانست به بسیاری از ابهامات که گریبان کوانتوم مکانیک را گرفته بود پاسخ گوید و باعث شد جایزهٔ نوبل سال ۱۹۲۹ را به او تقدیم کنند.

ذرّات اتمی هم خاصیت مادی هم خاصیت موجی از خود نشان می‌دهند.

دوبروی در انستیتو هانری پوانکاره وابسته به دانشگاه سوربن پروفسور فیزیک نظری شد و تا سال ۱۹۶۲ که بازنشسته شد آن‌جا ماند.

ولفگانگ پاولی

Wolfgang Pauli

۱۹۰۰ تا ۱۹۵۸

کشف اصل طرد – سال ۱۹۲۵ – جایزه نوبل ۱۹۴۵

فیزیک‌ریاضی‌دان اتریشی متولد وین است. اجدادش از یهودیان ساکن پراگ بودند. پدرش تغییر دین داد و به مذهب کاتولیک گروید. ولفگانگ پاولی نهایتا

کلیسا را ترک کرد و به عنوان یک صوفی خداباور اما بدون دین مشخص شناخته شد. پاولی در سن ۱۸ سالگی دبیرستان را در وین با درجهٔ ممتاز تمام کرد.

دو ماه بعد از پایان دبیرستان نخستین مقالهٔ خود را در بارهٔ نسبیت عام آلبرت اینشتین منتشر کرد. سپس به آلمان رفت و برای خواندن فیزیک‌ریاضی به دانشگاه لودویگ ماکسیمیلیان مونیخ وارد شد. پاولی در سال ۱۹۲۱ در سن ۲۱ سالگی موفق به گرفتن مدرک دکترا در فیزیک گردید. تز دکترای پاولی بررسی اوضاع کوانتومی هیدروژن دو اتمی بود.

استاد راهنمای پاولی از او خواست که تئوری نسبیت عام اینشتین را برای چاپ در دائرةالمعارف علوم ریاضی مورد بررسی و تشریح قرار دهد. پاولی دو ماه پس از پایان دکترا این مقاله را کامل کرد. این مقاله در ۲۳۷ صفحه نوشته شده بود. اینشتین این مقاله را تأیید کرد. مقاله جداگانه چاپ شد و تا همین امروز جزو مراجع اصلی شناسایی نسبیت عام اینشتین به شمار می‌آید.

پاولی به گوتینگن رفت و یک سال آنجا ماند سپس به انستیتو فیزیک تئوری کپنهاگ رفت و با نیلز بور به کار تحقیقاتی مشغول شد. از سال ۱۹۲۳ تا ۱۹۲۸ در دانشگاه هامبورگ به تدریس کوانتوم مکانیک پرداخت. در این مدت دست‌آوردهای متعدد در زمینهٔ کوانتوم مکانیک داشت.

در سال ۱۹۲۸ با سمت پروفسور فیزیک نظری به تدریس در پلی‌تکنیک زوریخ مشغول شد و به تحقیقات ادامه داد. در سال ۱۹۳۱ استاد مدعو دانشگاه میشیگان شد و در سال ۱۹۳۵ به انستیتو تحقیقات پیشرفته دانشگاه پرینستون پیوست.

ولفگانگ پاولی در سال ۱۹۲۵ اصل طرد یا انحصار را کشف کرد که بر مبنای آن توانست در سال ۱۹۳۰ وجود ذره‌ای به نام نوترینو را پیش بینی کند.

پاولی علاقهٔ چندانی به انتشار نظرات خود نداشت و ترجیح می‌داد با دوستان نزدیکش از جمله بور و هایزنبرگ به مباحثه بپردازد. بعدها بسیاری از نظرات

پاولی که در نامه‌های او به دوستانش مطرح شده بود منتشر شد.
هنگامی که در سال ۱۹۵۶ ذره نوترینو عملا در آزمایشگاه پیدا شد و خبر این کشف را به پاولی دادند گفت طبیعت می‌داند چگونه به کسانی که بلدند صبر کنند، جایزه بدهد.

اصل طرد

این نخستین سرشاخهٔ رفتار غریب ذرات داخل اتم و مکانیک کوانتوم است. ذرات داخل اتم دارای چهار عدد کوانتومی هستند که شناسنامهٔ ذرات به شمار می‌رود. هرگز نمی‌توان دو ذره با شماره شناسنامهٔ یکسان داشت. اصل طرد تفاوت‌های اتمی عناصر مختلف جدول مندلیف را توضیح می‌دهد.
تعمیم این بحث در فلسفهٔ فیزیک به جاهای غریب می‌کشد. فرض کنیم دو الکترون در داخل اتم دارای اعداد کوانتومی مختلف هستند یعنی شمارهٔ شناسنامهٔ متفاوت دارند. اکنون شمارهٔ شناسنامهٔ یکی را با تحریک خارجی مثل مالش تغییر می‌دهیم تا شبیه به دیگری شود، در این صورت الکترون دوم خود بخود و آناً تغییر حالت می‌دهد و دارای اعداد کوانتومی جدید می‌شود. این سبب می‌شود الکترون سوم که قبلا دارای این شماره شناسنامهٔ آخری بوده تغییر حالت بدهد و دارای شماره شناسنامهٔ جدید بشود الی آخر... و از این بحث نتیجه می‌شود هر حرکتی در هر کجای دنیا باعث تغییر آنی در همه جای دنیا می‌شود. آجرهای این جهان ملغمه‌ای از مکان – زمان – جرم – انرژی – اطلاعات است. به صورت سنتی می‌توان گفت مکان و زمان و جرم و انرژی کمیّات منفصل است اما از اصل طرد پاولی می‌توان نتیجه گرفت که «اطلاعات» متصل است. این همان است که به تله پاتی و هیپنوتیزم امکان حضور می‌دهد. اصل طرد پاولی را «مخفی‌ترین راز خدا» هم نامیده‌اند. اینشتین که با تمام مکانیک کوانتوم مخالف بود در سال ۱۹۳۵ با انتشار مقاله‌ای به مخالفت برخاست که به آن خواهیم پرداخت. فعلا همین قدر

بگوئیم که اینشتین با همهٔ عظمتش در مقابل فوران مکانیک کوانتوم کم آورده بود. ولفگانگ پاولی در سال ۱۹۴۵ جایزهٔ نوبل فیزیک را دریافت کرد.

اروین شرودینگر

Erwin Schrodinger

۱۸۸۷ تا ۱۹۶۱

کشف معادلهٔ موج – سال ۱۹۲۶ – جایزه نوبل ۱۹۳۳

فیزیک‌ریاضی‌دان اتریشی است. خانواده‌ای مرفه داشت. در سال ۱۹۰۶ برای خواندن فیزیک نظری وارد دانشگاه وین شد. در سال ۱۹۱۰ دکترای فیزیک گرفت. در جنگ بین‌الملل اول در سال‌های ۱۹۱۴ تا ۱۹۱۸ افسر توپخانه بود و در ارتش اتریش خدمت کرد. با پایان جنگ به وین بازگشت. مدتی در دانشگاه ینا تدریس کرد سپس برای تدریس به پلی‌تکنیک زوریخ رفت.

در نیمهٔ اول سال ۱۹۲۶ با بهره‌گیری از کار دوبروی موفق به کشف معادلهٔ موج شد که از کشفیات بزرگ فیزیک‌ریاضی در میدان کوانتوم مکانیک بود و به خاطر همین کشف در دوایر علمی به شهرت عالمگیر رسید و از آن پس تأثیر عمیق بر پیشرفت مکانیک کوانتوم داشت. در این معادله ارتباط بین انرژی ساطع شده و حرکت الکترون مشخص می‌شود.

با اکتشافات دوبروی و شرودینگر، اینشتین که با کوانتوم مکانیک مشکل پیدا کرده بود نفس راحت کشید.

در سال ۱۹۲۷ برای جانشینی پلانک به برلین رفت. در آن زمان پایتخت آلمان مرکز علم جهان بود. پس از آن که هیتلر در ۱۹۳۳ به قدرت رسید به انگلستان رفت و در دانشگاه آکسفورد مشغول تدریس شد. در سال ۱۹۳۳ جایزهٔ نوبل فیزیک را مشترکا با پل دیراک دریافت کرد.

در سال ۱۹۳۴ برای تدریس در پرینستون از او دعوت به عمل آمد اما شرودینگر نپذیرفت. در سال ۱۹۳۶ برای تدریس در دانشگاه گراتس دعوت

شد و چون در کشور خودش اتریش بود پذیرفت. پس از اشـغال اتـریش در ۱۹۳۸ به ناگزیر و به سرعت به ایتالیا گریخت. پس از مـدت‌ها دربـدری در نهایت به دوبلین پایتخت ایرلند رفت و مدیر بخش فیزیک نظری انستیتوی مطالعات پیش‌رفته در دوبلین شد و تا زمان بازنشستگی در ۱۹۵۵ آن‌جا ماند. یکی از پایه‌های شهرت شرودینگر پـارادوکس گـربه است کـه مـورد عـلاقهٔ اینشتین بود.

ورنر هایزنبرگ

Werner Heisenberg

۱۹۰۱ تا ۱۹۷۶

کشف اصل عدم قطعیت – سال ۱۹۲۷ – جایزه نوبل ۱۹۳۲

ورنر کارل هایزنبرگ در پنجم دسامبر ۱۹۰۱ در آلمان به‌دنیا آمد. پدرش دبیر زبان‌های کلاسیک بود. در سال ۱۹۲۰ وارد دانشگاه لودویگ ماکسی‌میلیان مونیخ شد و پس از دو سال به دانشگاه گوتینگن برای خواندن ریاضیات نزد هیلبرت رفت. در سال ۱۹۲۳ در سن ۲۲ سالگی دکترا گرفت و تز خود را در ۱۹۲۴ در گوتینگن گذراند. تـز دکـترای هـایزنبرگ در مـورد «تـوربولان» یـا «جریان مغشوش» بود. هایزنبرگ به استادانـه‌ترین وجـهی طـبیعت جـریان مغشوش را مورد بررسی قرار داد.

استاد راهنمایش که از علاقهٔ هایزنبرگ به کارهای نیلز بور اطلاع داشت در سال ۱۹۲۲ او را به «فستیوال بور» در گوتینگن برد. در این مراسم خود نیلز بور استاد مدعو بود و سخنرانی مفصلی در مورد مکانیک کوانتوم انجام داد. هایزنبرگ در اینجا با بور ملاقات کرد که تأثیر عمیقی روی او گذاشت.

از سال ۱۹۲۴ تا ۱۹۲۷ به عنوان دستیار در دانشگاه گوتینگن به کار و تدریس مشغول شد. از یک مرخصی استفاده کرد و از سپتامبر ۱۹۲۴ تا ماه مه ۱۹۲۵ با بورس بنیاد بین‌المللی راکفلر به دانشگاه کپنهاگ رفت تا با بور کار کند. او در

سال ۱۹۲۵ در گوتینگن توانست مکانیک کوانتوم را با ریاضیات ماتریس بنویسد. در سال ۱۹۲۵ در سن ۲۴ سالگی موفق شد معادلات مکانیک کوانتوم را به‌شیوهٔ ریاضی ساده‌ای به‌صورت ماتریس بنویسد و به‌خاطر همین کشف در سال ۱۹۳۲ جایزهٔ نوبل فیزیک را از آن خود کرد. مکانیک کوانتوم ماتریسی هایزنبرگ، شروع نگاه جدید ریاضی به داخل اتم است که تا امروز هم ادامه دارد. در ریاضیات معمولی:

(الف × ب) مساوی است با (ب × الف)

اما در ریاضیات ماتریس رابطهٔ بالا برقرار نیست و جز در حالت خاص:

(الف × ب) مساوی نیست با (ب × الف)

همین امر، نهایتا هایزنبرگ را به کشف عجیب‌ترین پدیدهٔ مکانیک کوانتوم رهنمون شد.

از اول ماه مه ۱۹۲۶ رسما در دانشگاه کپنهاگ با سمت دستیار بور مشغول کار و تدریس شد. در سال ۱۹۲۷ در کپنهاگ «اصل عدم قطعیت» را کشف کرد. اولین بار در نامه‌ای که به دوستش ولفگانگ پاولی نوشت خبر این موفقیت را داد و او را وارد جزئیات ریاضی عدم قطعیت کرد.

هایزنبرگ پس از آن در دانشگاه‌های لایپزیک و برلین و مونیخ تدریس کرد و به دست‌آوردهای متعددی نائل آمد. هایزنبرگ اگر چه مسیحی بود اما پس از روی کار آمدن آدولف هیتلر در سال ۱۹۳۳ روزنامه‌ها به هایزنبرگ به عنوان «یهودی سفید» حمله کردند.

زمینهٔ اصلی کار او فیزیک بود و پس از پروازهای فیزیکی به‌سرزمین فلسفه رسید. او در سال ۱۹۲۷ مهم‌ترین و بت‌شکن‌ترین اثر علمی جهان را منتشر کرد. آن‌چه امروز به‌نام «اصل عدم قطعیت» مشهور است. هایزنبرگ فیزیک‌ریاضی‌دان آلمانی و یکی از مهم‌ترین چهره‌های مکانیک کوانتوم و دانش جهان است که بر مبنای کار عظیم او فلسفهٔ معاصر شکل گرفته است.

عدم قطعیت

این اصل که الهام آن از ذرات داخل اتم می‌آید به‌این صورت است که اگر یک الکترون را در نظر بگیریم، محال است بتوانیم در آن واحد هم سرعت و هم مکان این ذره را بدانیم و در بهترین حالت فقط یکی از دو عامل سرعت یا مکان را می‌توان دقیقا دانست و آن دیگری در محدودهٔ تقریب مشخصی محصور است.

هایزنبرگ نشان داد که دامنهٔ این تقریب برابر با ثابت جهانی پلانک است و رابطهٔ آن را به‌صورت: تقریب سرعت الکترون ضرب در تقریب موضع الکترون تقریبا برابر است با عدد پلانک، نمایش داد.

عدد پلانک یک ثابت جهانی است و مقدار آن در دستگاه متر ـ کیلوگرم ـ ثانیه برابر است با $۶/۶۲۵۶*۱۰^{-۳۴}$ که عدد بسیار کوچکی است و بعد از صفر ممیز، سی و سه صفر دارد.

بر طبق اصل عدم‌قطعیت که مبانی آن از یک واقعیت سادهٔ فیزیکی سرچشمه می‌گیرد محال است بتوانیم در یک اتم مشخص در آن واحد اطلاعات «دقیق» از «موضع» و «حرکت» ذرهٔ مشخصی به دست آوریم و در حد نهایی و در بهترین حالت فقط یکی از دو پارامتر فوق دقیقامشخص می‌شود. یعنی یا می‌توان دقیقا دانست که ذرهٔ مورد نظر کجاست که در این صورت نمی‌توان دقیقا دانست با چه سرعتی حرکت می‌کند یا بالعکس، می‌توان دانست با چه سرعتی حرکت می‌کند که در آن‌صورت دقیقا نمی‌توان دانست در کجا قرار گرفته است.

این زوج نا محقق به وسیلهٔ رابطهٔ $\Delta p * \Delta q \approx h$ با یکدیگر مربوط می‌شوند. در این رابطه Δp مقدار نامحقق ممنتم P و Δq مقدار نامحقق در موضع Q و h عدد ثابت پلانک است. به‌طور کلی اگر P نرمال ممنتم سیستم به‌صورت «جرم × سرعت» باشد در آن‌صورت Q موضع دکارتی ذره است.

خاصیت دوگانهٔ موجی‌ذره‌ای نیز با رابطهٔ دوبروی de Broglie نشان داده

می‌شود به این ترتیب که ذره‌ای که دارای ممنتم خطی $p = mv$ است با طول موج λ در رابطهٔ $p = mv = h / \lambda$ مربوط می‌گردد.

تجربیات انجام شده بر روی ذرات ابتدایی تشکیل دهندهٔ اتم‌ها نشان می‌دهد که این ذرات توأما دارای خواص موجی و ذره‌ای هستند. به‌طور کلی همان‌گونه که چیستی نیرو هنوز مشخص نگردیده است چیستی ماده نیز در پردهٔ ابهام قرار دارد. معمولا اگر با ابزارهای مشاهده‌ای مختلف به‌بررسی و اندازه‌گیری یک پدیده بپردازیم جواب‌های مختلفی بروز می‌کند. حیوان درنده‌ای مانند شیر برای کسی که فقط صدای آن را می‌شنود یک منبع صوتی قوی، برای کسی که فقط او را لمس می‌کند یک مخمل نرم و برای کسی که فقط رنگ او را می‌بیند یک پوست عسلی است.

ابزارهای عمده‌ای که تاکنون اختراع شده حواس بشری را بسط داده است. از میان آن‌ها دو وسیلهٔ بسیار عمده قابل تشخیص است «مکانیک موجی» و «مکانیک ذره‌ای». آیا دنیا از تودهٔ مواج امواج احتمالات ساخته شده یا فقط ذرات مادی اولیه‌ای که هنوز شناخته نیستند آن را به وجود آورده‌اند؟ در حال حاضر جواب به هر دو سوآل منفی است و بیش‌تر به نظر می‌رسد که دنیا آمیزه‌ای از هر دو آنان است. اما آیا این پایان داستان خواهد بود؟

خاصیت ذره‌ای بودن نور می‌گوید نور ماده است و از ذرات مادی به نام فوتون به وجود آمده است. خاصیت موجی بودن نور می‌گوید که نور موج است و سراپا انرژی. از آن‌جا که با هر یک از این دو فرض بسیاری از پدیده‌ها توضیح داده شده‌اند نمی‌توان هیچ‌کدام از دو فرض را کنار گذاشت و به مراتب راحت‌تر است بپذیریم نور مجموعه‌ای از هر دو آن‌هاست.

نکتهٔ بسیار جالب و قابل ذکر اثرات عمیقی است که اصل عدم قطعیت بر روی افکار فلسفی جهان به‌وجود آورده است. گروه‌های موافق و مخالف «نظریات عمده» یا ایدئولوژی‌ها هر کدام از این اصل به شیوهٔ خاصی استفاده کرده با کاربرد ویژهٔ آن مقاصد خود را بیان می‌کنند. این اصل که هنوز در داخل خود به

تناقض نرسیده به‌نظر فراگیر می‌آید بسیاری از معلومات «محقق» بشری را تبدیل به پیش‌فرض‌های نه چندان قابل اعتماد کرده است. با کمک عدم‌قطعیت حتا به جنگ علیت نیز رفته‌اند. در یک کلام توفان یا آشوبی که عدم‌قطعیت در جهان علم و فلسفه بر پا کرده است هنوز با قدرت تمام یکه‌تازی می‌کند.

اهمیت کار هایزنبرگ به‌واقع عظیم است، او قطعیت را از جهان فیزیک گرفت و نشان داد هیچ نوع حکم قطعی در جهان فیزیکی نمی‌توان صادر کرد و از خطا مصون ماند.

در سرزمین فلسفه سخن هایزنبرگ نه تنها بنیان علّی (علت و معلول) اندیشگی را به‌کلی ویران می‌کند، بل‌که با بهره‌وری از نسبیت یک ابزار نسبی بسیار مناسب و کاراً برای مطالعهٔ جهان از درون در اختیار می‌گذارد. جهان هایزنبرگ اما، جهان باورها و خوش‌خیالی‌ها نیست، جهان ناباوری و بدخیالی هم نیست، جهان علمی است.

تفاسیر بسیاری در مورد کار هایزنبرگ نگاشته شده است. یکی از گویاترین و در ضمن پرسروصداترین و جنجال برانگیزترین تفسیرها این است که: هرکس، هرچه بگوید هم صحیح است و هم غلط، یا نه صحیح است و نه غلط، قضاوت علمی فقط هنگامی میسر است که:

اول) یک دستگاه مختصات ثابت را بتوان در جایی تعریف کرد و سخن گوینده را با آن سنجید.

دوم) یک متر دقیق بتوان برای این سنجش تعریف کرد.

که می‌دانیم هیچ‌کدام از این دو با دقت اقلیدسی امکان‌پذیر نیست. نکتهٔ مهمی که عنوان کردنش نزد نااهل، چون دادن تیغ به کف زنگی مست بسیار خطرناک است. امروزه هر سخنی که هرکس به هر ترتیب عنوان کند هم صحیح و هم غلط است، یا نه صحیح و نه غلط است. درستی و نادرستی سخن بستگی به دستگاه مختصاتی دارد که مساله را در آن مطرح می‌کنیم، بستگی به متری دارد که متغیرها را با آن اندازه می‌گیریم و از همه مهم‌تر،

بستگی به ناظری دارد که کلیهٔ کارها را انجام می‌دهد. بـه عـبارت دیگـر در جهان نسبی نامحقق متحرک دستگاه مـختصات ثـابت وجـود نـدارد. البـته همین‌جا تکرار کنم که حدود تقریب این سخن عدد ثابت پلانک است که جزو کوچک‌ترین اعداد به شمار می‌آید.

فلاسفهٔ این روزگار هنوز حتا شروع به چیدن مـیوه‌های فـلسفی ایـن اصـل نکرده‌اند. اگر در قدیم فلسفه پیش‌رو علم بود اکنون فلسفه دوان دوان به دنبال علم می‌دود و هر لحظه هم فاصله‌اش بیش‌تر می‌گردد. عدم قطعیت مربوط به ۱۰۰ سال قبل بود و پس از آن به ویژه پس از راه‌اندازی شتاب دهندهٔ «سرن» پیشرفت‌های شگفت‌انگیز به دست آمده است.

عدم‌قطعیت به روی دنیا رنگ احتمالات پاشید و به پدیده‌ها کیفیت آماری داد. عدم‌قطعیت به ما می‌گوید که ما در دنیای نامنظم شانس‌ها و تصادفات زندگی می‌کنیم که هیچ نوع نظم کلی در آن وجود نداشته و هر نوع نظم جزئی یـا منطقه‌ای که به نظر ما می‌رسد صرفا یک تصادفِ خوش است.

دقیقا در ارتباط با چنین جهان بی سرآغاز، بی سرانجام، نامنظم، احتمالاتی، شانسی و درهم آشفته‌ای است که فریاد اینشتین به آسمان می‌رود. او که از جوانی عمیقا به وجود نظم معتقد است در پیری و در پایان هـنگامهٔ زیست تحمل همه چیز می‌تواند بکند غیر از این که پدربزرگ به‌حق اصل عدم‌قطعیت باشد که ساده‌ترین نتیجهٔ آن نفی قطعی و علمی وجود نظم است.

اگر چه پدیده‌هایی چون گازهای مغناتیس شده بـه‌وجود نـظم در بـی‌نظمی دلالت می‌کند اما این پدیده‌ها در مجاورت نظم صحت دارند. برای مثال روی کرهٔ زمین که تشکیل آن به هرحال به نوعی نظم دلالت دارد. نظام موضعی شمسی. ولی کل جریان طبیعت به سوی انبساط بزرگ و بی‌نظمی نهائی پیش می‌رود.

بررسی نظم‌های موضعی نشان می‌دهد که ایجاد نظم در هر بخش از فـضا معلول پارامترهای بسیار زیادی است و اگر یک نظم کلی، جز حرکت به سوی

بی‌نظمی، بخواهد در این جهان وجود داشته باشد باید وجودش نتیجهٔ یکی از میلیاردها حادثهٔ نامنظم این جهان‌باشد.

برای مثال دسته‌ای از امور یا پدیده‌ها را روی یک خط یا در داخل یک سیستم در نظر بگیریم: اگر بتوانیم بیرون از این سیستم قرار بگیریم و آن‌را به‌عنوان ناظر اعلا از بالا بنگریم می‌توانیم نظم ببینیم اما اگر مکان زیست خود ما روی خط یا در داخل سیستم باشد چه‌گونه می‌توانیم نظم ببینیم؟

مسالهٔ نظم و بی‌نظمی مسالهٔ ناظر است. آیا هرگز خواهیم توانست از طبیعت (به‌عنوان سیستم فراگیر) بیرون برویم و از بالا به آن بنگریم تا آن را منظم ببینیم؟ ما همواره در داخل این سیستم هستیم و در نتیجه طبیعت برای ما نامنظم باقی خواهد ماند.

از کارهای هایزنبرگ برای بررسی جریان مغشوش (توربولان) هم استفاده شده است.

در این مورد لطیفهٔ مشهوری هست.

روزی پلانک و اینشتین و هایزنبرگ به‌آن دنیا رفتند و نگهبان دوزخ و برزخ و بهشت یا نگهبان پل صراط یا آن آقایی که آن‌جاست (روایت مذهبی‌اش را کار نداریم چون در همهٔ ادیان و مذاهب کم و بیش چنین مفهومی را داریم) آن آقا هرکه هست سر راه این عزیزان را می‌گیرد و به آنان می‌گوید:

«اگر شما سه نفر مکانیک‌کوانتوم و نسبیت و جریان مغشوش را برای من به‌زبان ساده بگوئید که حتا من هم بفهمم به‌بهشت می‌روید در غیر این صورت به‌جهنم».

پلانک گفت: مفاهیم و معادلات مکانیک کوانتوم را هیچ کس نمی‌فهمد فقط همه پس از مدتی به آن عادت می‌کنند. در این صورت «فهماندن» قضیه به شما خیلی مشکل است اما شاید غیرممکن نباشد.

اینشتین گفت: من هم ادعای فهماندن به‌هر کسی را کرده‌ام و گفته‌ام فقط هنگامی موضوع علم خود را به درستی دریافته‌ای که بتوانی به کوچه بروی و به اولین کسی که به طور تصادفی برخورد می‌کنی مطلب را حالی کنی. بنابراین حتا در این حالت مشکل هم سعی خود را می‌کنم.

هایزنبرگ گفت: فرمودید راه جهنم از کدام طرف است؟

هایزنبرگ دست‌آورد بزرگ دیگری نیز دارد. او نشان داد که هر «مشاهده» در پدیدهٔ مورد مشاهده تغییر ایجاد می‌کند. هایزنبرگ با این کشف بزرگ مرز نهائی دقت مشاهده را نمایان کرد.

فیزیکدان‌ها برای پرهیز از بحث قدیمی و حساسیت برانگیزِ «آیا خدا هست یا نیست؟» و وارد نشدن به جنبه‌های ادیان مختلف، به وجوه فلسفی بحث می‌پردازند: آیا جهان دترمینیست است یا استوکاستیک؟ دترمینیسم یعنی جبری، یعنی از پیش برنامه ریزی شده. استوکاستیک یعنی احتمالاتی، یعنی تصادفی. وجه دیگر این بحث: انسان مجبور است یا مختار؟

دترمینیست‌ها به «نظم» می‌رسند. برای آنان جهان منظم است. و هر نظمی ناظم می‌خواهد. وظیفهٔ فیزیکدان دترمینیست کشف برنامهٔ اولیهٔ مدیریت جهان است. ناظم چه برنامه‌ای برای ادارهٔ امور دارد؟

گروه استوکاستیک به بی نظمی می‌رسند. در تصادف و شانس هر چیزی ممکن است اما احتمال وقوع «نظم» از هر احتمال دیگری کمتر است. از بین میلیاردها میلیارد احتمال رخداد، یک و فقط یک رخداد می‌تواند منظم باشد، که احتمال وقوع آن نزدیک به صفر و احتمالا به کوچکی عدد پلانک است، الباقی امور همه نامنظم‌اند.

همهٔ اندیشه‌های پایدار به یکی از این دو موضع تعلق دارند. هر موضعگیری دیگر و از جمله «نمی‌دانم» اگر صادقانه باشد ناپایدار است. اکثریت انسان‌ها به موضع «نظم» تعلق دارند که نهایتا خداباور هستند. بین این خداباوران اکثریت

دین باورند و فقط اقلیت کوچکی مانند زکریای رازی و اینشتین ضمن خداباوری دین باور نیستند. اقلیت انسان‌ها به نظم اعتقاد ندارند و نهایتا خداناباورند، بور و دیراک از این دسته‌اند. کسانی که می‌گویند خداناباورند اما به نظم اعتقاد دارند، خداباورند اما خودشان خبر ندارند.

هایزنبرگ و گودل، دو مصراع زیبای یک بیت از قصیدهٔ بلند حماسهٔ عاشقانهٔ تلاش‌های اندیشگی بشری هستند. اگرچه این بیت دیگر «بیت‌التخلص» نیست و پس از آن ابیات دیگری به‌این چکامه افزوده شده اما، فعلا بیت هایزنبرگ ـ گودل را شاهد این غزل بخوانیم. در شمال از بس این شعر خوانده شده حسابی جا افتاده است. حتا عدهٔ بسیاری این شعر را از بر دارند. در جنوب اما، خواندن این شعر با مشکلات بسیار روبه‌روست.

حتا اگر ریاضیات و فیزیک به‌صورت تخصصی از دامنهٔ کار خارج باشد، می‌توان برای معرفی این دو مطلب بسیار مهم از بیان غیر فنی بهره گرفت. البته این همفکری وجود خواهد داشت که بخش عظیمی از پاسخ سوآل پشت درهای غیر ریاضی به‌انتظار باقی خواهد ماند. توضیح کار این دو نفر، به‌ویژه گودل با زبان غیر ریاضی ممکن نیست. هایزنبرگ اول فوریه ۱۹۷۶ از دنیا رفت.

کنفرانس ۱۹۲۷ سلوای

ارنست سُلوای (Solvay) شیمی دان بلژیکی (۱۹۲۲–۱۸۳۸) است. از سال ۱۹۱۱ یک سری کنفرانس در شهر بروکسل پایتخت بلژیک برگزار کرد که به کنفرانس سلوای معروف است. مشهورترین کنفرانس مربوط به سال ۱۹۲۷ با شرکت غول‌های کوانتوم مکانیک مانند اینشتین و بور و هایزنبرگ و سایرین است. در عکسی که از این کنفرانس به یادگار مانده چهره‌های اینشتین، پلانک، مادام کوری، نیلزبور، دوبروی، شرودینگر، پاولی، هایزنبرگ، دیراک و دیگران قابل تشخیص است.

اینشتین دترمینیست بود و اعتقاد داشت جهان هدفمند است و یک برنامهٔ از پیش نوشته شده دنیا را به سوی هدف خود می‌راند. به «نظم» اعتقاد داشت و هر نظم به ناگزیر یک «ناظم» می‌خواهد. به بیان الهیاتی اینشتین به وجود خدا باور داشت. اینشتین آخرین فیزیکدان بزرگ کلاسیک است. به علیّت یا اصل «علت و معلول» معتقد است و هیچ نوع توجیه خارج از علیت را نمی‌پذیرد. به بیان خودش «خدا با جهان شیر یا خط بازی نمی‌کند».

هنگامی که دوبروی نشان داد الکترون دارای خاصیت «ذرّه‌ای – موجی» است، اینشتین بسیار شادمان شد و آن را به عنوان مقالهٔ نجات بخش در نظر گرفت زیرا دیگر نیازی به فرضیات عجیب و غریب کوانتوم مکانیسین‌های محفل دانمارک نبود و می‌شد انتظار توضیح پدیده‌ها به صورت سنتی را داشت. هنگامی که شرودینگر معادلهٔ موج را نوشت، اینشتین احساس کرد به هدف خود رسیده است. اکنون می‌توان بدون نیاز به فرضیات و محاسبات دیوانه‌وار اصحاب کپنهاگ به جهان مألوف فیزیک نگریست.

از آن سو اصحاب مکتب کپنهاگ بی کار ننشسته بودند و بور، پاولی، هایزنبرگ و دیراک در جهان ناشناختهٔ اتم به شدت پیش می‌تاختند و بر این باور بودند که مکانیک کوانتوم، تمام مکانیک نیوتن را کنار خواهد زد. کشفیات غریب وقایع داخل اتم با اصل طرد پاولی، عدم قطعیت هایزنبرگ و معادلات آماری دیراک، حیرت‌انگیزترین دریچهٔ جهان را به روی بشر گشوده بود. متفکران به آن نام‌هایی چون «رازآلود» و «اسرارآمیزترین پدیده» و مانند آن داده بودند.

پس از آن که مکانیک کوانتوم تا اصل عدم قطعیت و مکانیک آماری جلو رفت، اینشتین گوشه کنایه را کنار گذاشت و رسما وارد میدان عمل و مبارزه شد. در سال ۱۹۲۷ در بروکسل میدان جدال آماده شد، از یک سو پهلوان اینشتین در رأس سپاهی متشکل از دوبروی و شرودینگر و دیگران که امروزه آنان را فیزیکدانان محافظه کار کلاسیک می‌نامند و از سوی دیگر غول کوانتوم مکانیک، نیلز بور، با گروه پاولی، هایزنبرگ، دیراک یعنی فیزیکدانان

انقلابی، وارد میدان شدند.

اینشتین و بور رو در روی هم قرار گرفتند. هایزنبرگ که خودش در این نبرد شرکت داشت یکی از خواندنی‌ترین گزارش‌های آن را بدون ورود به جزئیات ریاضی بحث‌ها آورده است:

> بنا بر درخواست بنیاد سولوای در سال ۱۹۲۷ کنگره‌ای متشکل از پیشروترین متخصصان شرکت می‌کردند که می‌خواستند دربارهٔ مسایل نظریهٔ کوانتوم به تفصیل صحبت کنند. همهٔ ما در یک هتل اقامت داشتیم. بحث سر میز غذا در هتل، نه در تالار کنفرانس، شدت می‌گرفت. اینشتین و بور کانون همهٔ بحث‌ها بودند. اینشتین اصلا نمی‌خواست نظریهٔ کوانتومی جدید را که از بن سرشت آماری داشت بپذیرد...جمله‌ای که ما بارها در این گفتگوها از او شنیدیم این بود که «خدا با جهان تاس بازی نمی‌کند» بنابراین بی‌رودربایستی از پذیرفتن اصل عدم قطعیت سر باز می‌زد و سعی می‌کرد در عالم فکر مواردی بیابد که این اصل صادق نباشد.
>
> اینشتین می‌گفت «خدا با جهان تاس بازی نمی‌کند» و این اصل مسلم او بود و به کسی اجازه نمی‌داد که در این اصل شک کند. نیلز بور در جواب او می‌گفت «ما وظیفه نداریم برای خدا در اداره کردن جهان تعیین تکلیف کنیم».
>
> گفتگو معمولا از سر میز صبحانه شروع می‌شد و اینشتین آزمایش ذهنی جدیدی را که فکر می‌کرد به طور قطعی اصل عدم قطعیت را رد خواهد کرد جلو ما می‌گذاشت.
>
> ما همان جا تحفهٔ جدید را امتحان می‌کردیم و در راه تالار کنفرانس، که من هم معمولا اینشتین و بور را همراهی

می‌کردم، بعضی از نکات آن را روشن می‌کردیم و در بارهٔ مناسبات آن‌ها به بحث می‌پرداختیم. بعد در طول روز در بارهٔ موضوع بیش‌تر بحث می‌کردیم و معمولا سر شام به جایی می‌رسیدیم که نیلز بور به اینشین ثابت می‌کرد که حتی این آخرین آزمایش او هم نمی‌تواند لرزه در بنیان اصل عدم قطعیت بیفکند. اینشتین کمی ناراحت می‌شد اما صبح روز بعد با یک آزمایش خیالی دیگر، پیچیده‌تر از آزمایش قبلی، سر می‌رسید و پیش بینی می‌کرد که این آزمایش حتما بی اعتباری اصل عدم قطعیت را ثابت خواهد کرد. اما شب که می‌شد معلوم شده بود که آزمایش جدید هم دست کمی از آزمایش قبلی ندارد.

بعد از چند روز، دوست اینشتین، پاول اهرن‌فست Paul Ehrenfest فیزیک‌دان اهل لیدن هلند گفت: «اینشتین! من به جای تو خجالت می‌کشم. استدلالات تو در برابر مکانیک کوانتومی جدید شبیه استدلالاتی است که مخالفانت در ردّ نظریهٔ نسبیت می‌کنند». اما این سرزنش هم ناشنیده ماند...

اینشتین در این مبارزه شکست خورد اما تا آخر عمر دست از اعتقادات خود بر نداشت. او تا آخر معتقد بود بنیان «مکانیک کوانتوم احتمالاتی مکتب کپنهاگ» بالاخره تغییر خواهد کرد.

پل دیراک

Paul Dirac

۱۹۰۲ تا ۱۹۸۴

کشف ضد ماده و احتمالات – سال ۱۹۲۸ – جایزه نوبل ۱۹۳۳

ریاضی‌فیزیک‌دان انگلیسی است. پدرش سوییسی فرانسه زبان بود که در

انگلستان زبان فرانسه تدریس می‌کرد. مـادرش انگـلیسی بـود. بـرادرش در جوانی خودکشی کرد که بر روی پل دیراک تأثیر عمیق گذاشت. در سال ۱۹۲۱ در ۱۹ سالگی در رشتهٔ مهندسی برق از دانشگاه بریستول فارغ التحصیل شد. در سال ۱۹۲۳ لیسانس دوم خود را در رشـتهٔ ریـاضی از دانشگـاه بـریستول گرفت و به دانشگاه کمبریج رفت.

در کمبریج به نسبیت عام علاقه‌مند شد و دکترای خود را در کوانتوم مکانیک به انجام رساند. سپس برای تحقیقات به کپنهاگ و به گوتینگن رفت. پس از چندی به کمبریج بازگشت و به تدریس ریاضیات پرداخت و تا سال ۱۹۶۹ و زمان بازنشستگی در کمبریج ماند. سپس به آمریکا رفت و اسـتاد بـرجسـتهٔ مدعو در زمینهٔ تحقیقات فیزیک نظری در دانشگاه ایالتی فلوریدا شـد و تـا پایان حیات آن‌جا ماند.

اینشتین را بیش از پدر خود دوست می‌داشت و به گفتهٔ همسرش، پل دیراک در طول عمرش فقط یک بار گریه کرد و آن هم موقعی بود که خـبر مـرگ ایـــنشتین را شـــنید. در تـــصویری کـــه از کـنفرانس سُـلوای ۱۹۲۷ از جـمع فیزیک‌دانان منتشر شده، دیراک درست پشت سر اینشتین ایستاده است.

کار بسیار مهم دیراک رسیدن به معادله‌ای است که امروزه به معادلهٔ دیراک معروف است و بر مبنای آن می‌شد وجود «ضد ذره» را پیش گوئی کرد. ذره‌ای به نام «پوزیترون» یا الکترون مثبت که همان الکترون شناخته شدهٔ قبلی بود ولی این بار به جای بار منفی، بار الکتریسیتهٔ مثبت داشت. آن را ضد ذره یا ضد الکترون نیز نامیده‌اند زیرا در هر «ملاقات» با الکترون جرقه می‌زنند و هر دو «از بین می‌روند»! دیراک به خاطر این کشف در سال ۱۹۳۳ جایزهٔ نوبل فیزیک را مشترکا با اروین شرودینگر دریافت کرد. جالب این‌جا بود که پیش گوئی سال ۱۹۲۸ دیراک در سـال ۱۹۳۲ بـه حـقیقت پـیوست و پـوزیترون مشاهده شد.

معادلهٔ دیراک خاصیت آماری - احتمالی کوانتوم را نمایش مـی‌دهد. جـهان

دیراک استوکاستیک است. دیراک جـزو چـهره‌های بسـیار تأثـیرگذار دنـیای کوانتوم مکانیک بود و با تمام چهره‌های معروف از جـمله هـایزنبرگ، بـور، اینشتین و سایرین بحث‌های مهم فلسفی داشت. در تحلیل نهایی، سـاختار طبیعت بر مبنای شانس و احتمال استوار است. دیـراک مـی‌گوید: مـعادله‌ام بیش‌تر از من می‌داند. معادلهٔ دو جوابی دیراک به ضد ماده دلالت می‌کند.

یک کور مادر زاد می‌تواند تمام قوانین فیزیکی و معادلات ریاضیات اپتیک یا «نورشناسی» را بیاموزد و بداند اما او کوچکترین تصوری از نور نخواهد داشت و رنگ‌های گل‌های بهار برای او دست نایافتنی است. هنگامی که از کوانتوم و اتم حرف می‌زنیم مانند آن کور مادرزادی هستیم که ریاضیات آموخته‌ایم. در گذشته می‌خواستند به «حقیقت طبیعت» دست یابند، بعدها از این جاه‌طلبی دست برداشتند و به «توضیح طبیعت» قانع شدند. امروز معلوم شده نه تنها «حقیقت» از نظر ما وجود ندارد و نمی‌توانـد وجـود داشـته بـاشد بـلکه حـتا «توضیح» نیز از دسترس ما دور است و ما فقط می‌توانیم کورمال کورمال و دست بر دیوار چند گامی طی طریق کنیم و به قول عمرخیام افسانه‌ای بگوئیم و در خواب بشویم.

در مکانیک کوانتوم چیزی به نام «حقیقت» وجود ندارد. اکنون واژهٔ «حقیقت» با واژهٔ «فایده» یا مفید بودن یا ثمر بخشی جایگزین شده است. دیگر سوآل این نیست که آیااین «گزاره» حقیقت دارد؟ مسأله این است که آیا این «گزاره» مفید است؟

انریکو فرمی

Enrico Fermi

۱۹۰۱ تا ۱۹۵۴

کشف واکنش رادیو اکتیو – سال ۱۹۳۰ – جایزه نوبل ۱۹۳۸

فیزیک‌دان ایتالیائی است. در هر دو زمینهٔ فیزیک نظری و فیزیک تجربی به

بالاترین درجات رسید. در رُم به دنیا آمد. پدرش یکی از مـدیران راه‌آهـن و مادرش معلم مدرسهٔ ابتدائی بود. خانواده‌اش مذهبی نبودند و انریکو فـرمی «ندانم گو» یا «لاادری» بار آمد.

از کودکی به فیزیک و ریاضیات علاقه‌مند شد. در سال ۱۹۱۸ در ۱۷ سالگی دبیرستان را به پایان رساند. در همین سال در کـنکور ورودی بسـیار دشـوار دانشگاه ساپینزا (sapienza) رُم شرکت کرد. در این امتحان ضمن حل مسائل دشوار، یک مقاله نیز باید می‌نوشت. عنوان مقالهٔ امتحان «مشخصات ویژهٔ صوت» بود. فرمی خودآموخته بود و بسیار بیش از سایر دیپلمه‌های دبیرستان می‌دانست. او با چنان مهارتی این مقاله را نوشت و بـا شـیوه‌های پـیشرفته ارتعاشات پدیدآورندهٔ صوت را محاسبه کرد که پروفسور تصحیح کنندهٔ ورقه او را حتی برای ورود به دورهٔ دکترا مناسب تشخیص داد. انریکو فرمی شاگرد اول کنکور ورودی شد.

فرمی در تمام طول تحصیل، ریاضیات عالی، نسبیت عام، مکانیک کوانتوم و فیزیک اتمی خواند. در سال ۱۹۲۱ در سن ۲۰ سالگی اولین مقالهٔ علمی خود را منتشر کرد. در سال ۱۹۲۲ در ۲۱ سالگی تز دکترای خود را ارائه کرد و دکترا گرفت. فرمی به راحتی در آزمایشگاه کار می‌کرد و آزمایشگاه را مانند خانهٔ خود می‌دانست. در هر دو سرزمین فیزیک‌ریاضی و فیزیک آزمایشگاهی، سرآمد دیگران بود. به ندرت می‌شود فیزیک‌دانی را یافت که در هر دو این زمینه‌ها استاد باشد. معمولا تئوریسین‌ها نظریه را می‌نویسند و منتظر فـیزیک‌دانـان تجربی می‌نشینند تا کار اجرا شود. از این نظر فیزیک‌دان نظری را می‌توان به آهنگساز و فیزیک‌دان تجربی را به نوازنده تشبیه کرد.

هنگامی که در سال ۱۹۲۳ ضمیمه‌ای برای چاپ ایتالیائی کـتاب «ریـاضیات نظریهٔ نسبیت» می‌نوشت متوجه شد که با توجه به رابطهٔ برابری جرم و انرژی اینشتین، مقدار عظیمی انرژی از مقدار اندکی ماده آزاد خواهـد شـد. فـرمی نخستین کسی است که به آزاد شدن عملی این انرژی اشاره کرده است. این

اولین جرقهٔ بمب اتمی است.

فرمی برای مباحثه و آموزش‌های گوناگون به چندین دانشگاه اروپائی نزد استادان بزرگ و مشهور رفت. در سال‌های ۱۹۲۵ و ۱۹۲۶ در دانشگاه فلورانس به تدریس ریاضی، فیزیک و مکانیک نظری پرداخت.

فرمی از پیشگامان مکانیک کوانتوم آماری – احتمالاتی است. او رابطهٔ آماری دیراک را جداگانه به دست آورد به طوری که امروزه آن را رابطهٔ دیراک – فرمی نیز می‌خوانند. پس از آن که ولفگانگ پاولی «اصل طرد» خود را در سال ۱۹۲۵ منتشر کرد، فرمی بلافاصله آن را در گازهای ایده‌آل به کار گرفت و به رابطهٔ آماری درون اتم رسید. فرمی در بسیاری زمینه‌ها اصل طرد را با موفقیت به کار برد و حاصل آن ذرات جدید است. امروزه تمام ذرات جدیدی که از «اصل طرد» پاولی تبعیت می‌کنند به نام فرمی معروفند و به آن‌ها «فرمیون» می‌گویند.

در سال ۱۹۲۶ با سمت پروفسور فیزیک تجربی در دانشگاه ساپینزا مشغول به کار شد. دست‌آوردهای بزرگ و اصلی انریکو فرمی در زمینه‌های توسعهٔ تئوری کوانتوم و فیزیک هسته‌ای و فیزیک ذرات و مکانیک احتمالاتی اتمی بود. انریکو فرمی مخترع و سازندهٔ اولین رآکتور اتمی دنیاست و جزو کسانی است که از آنان به عنوان پیش‌گامان بمب اتمی نام می‌برند. فرمی در سال ۱۹۳۸ جایزهٔ نوبل را بابت کارهایش در زمینهٔ راه اندازی زنجیرهٔ رادیواکتیو با بمباران نوترون و کشف عناصری که در جدول مندلیف پس از اورانیوم قرار می‌گیرند دریافت کرد.

فرمی در سال ۱۹۳۸ پس از روی کار آمدن حکومت فاشیست‌ها به خاطر حفظ جان همسر یهودی‌اش به آمریکا رفت. در دانشگاه کلمبیا و سپس شیکاگو به تدریس و تحقیق پرداخت. در زمان جنگ دوم جهانی در پروژهٔ «مَنهَتَن» که اسم رمز ساخت بمب اتمی بود مشارکت کرد. او موفق شد در سال ۱۹۴۲ اولین رآکتور اتمی دنیا را در شیکاگو بسازد. فرمی در تمام ماجراهای اتمی

بعدی از جمله آزمایش بمب جزو دانشمندان ردهٔ اول بود. از گفته‌های اوست: «هیچ خوب نیست که دانایی را از پیشرفت باز بداریم. نادانی هرگز بهتر از دانایی نیست».

ریچارد فاینمن

Richard Feynman

۱۹۱۸ تا ۱۹۸۸

کوانتوم الکترودینامیک - سال ۱۹۴۲ - جایزه نوبل ۱۹۶۵

ریچارد فاینمن در محلهٔ کوییتز نیویورک به دنیا آمد. خیلی دیر به حرف زدن افتاد. در سه سالگی فقط یکی دو کلمه می‌گفت. خانوادهٔ او اصالتا از روسیه و لهستان بودند. پدر و مادرش از یهودیان اشکنازی بودند. آنان مذهبی نبودند و ریچارد در جوانی خود را «خدانشناس قسم خورده» می‌نامید. تمایلات ضد یهودی پیدا کرد و در مخالفت با آن دین سخنان فراوان گفت. لهجهٔ کوچه بازاری «برونکس» پیدا کرد و همیشه با زبان زمخت حرف می‌زد به طوری که دوستانش از جمله پاولی می‌گفتند که مانند ولگردهای لات حرف می‌زند.

در کودکی رادیوی خانگی را تعمیر می‌کرد و دستگاه دزدگیر اختراع کرد. در مدرسه بلافاصله به کلاس بالاتر ریاضی منتقل شد. در ریاضیات به سرعت پیشرفت کرد و همه شعبه‌های ریاضی را آموخت. در سال آخر دبیرستان، در مسابقات ریاضی دانشگاه نیویورک شرکت کرد و با اختلاف زیاد نسبت به نفر دوم، شاگرد اول شد به طوری که باعث حیرت ممتحنین واقع گردید.

به انستیتو تکنولوژی ماساچوست رفت و در سال ۱۹۳۹ در ۲۱ سالگی فارغ‌التحصیل شد. در همین سال وارد دانشگاه پرینستون شد و در سال ۱۹۴۲ به اخذ دکترای فیزیک ریاضی نائل آمد. شرکت کنندگان اولین سمینار او اینشتین و پاولی بودند. تز او کوانتوم الکترودینامیک بود که به اختصار QED نامیده می‌شد. به پروژهٔ منهتن پیوست و با اوپنهایمر (سازندهٔ بمب اتم) و سایر

دانشمندان برای ساخت بمب اتمی همکاری کرد. به تدریس در انستیتوی تکنولوژی کالیفرنیا (کَلتِک) پرداخت و باعث شهرت هر دم افزون کلتک گردید.
کوانتوم‌الکترودینامیک باعث حیرت همهٔ بزرگان شد. فاینمن، بر مبنای کارهای دیراک، این شاخهٔ جدید را معرفی کرد و وقتی بردارهای ساده شدهٔ خود را از روابط درونی اتم کشید و با شیوهٔ تصویری غیر ریاضی و با تصاویر ساده به جای معادلات پیچیده به تشریح دست‌آوردهای جدید پرداخت باعث اعتراض تقریبا تمام بزرگان و از جمله نیلز بور گردید.
بور و سایرین انتظار نداشتند به جای معادلات ریاضی با «دیاگرام‌های ساده شدهٔ کودکان دبستانی» مواجه شوند اما حق با فاینمن بود این تصاویر که بعدها به دیاگرام فاینمن مشهور شد کاربرد عمومی یافت. فاینمن جایزهٔ نوبل فیزیک سال ۱۹۶۵ را نصیب خود کرد.

فضای جدید

از این جا به بعد کوانتوم مکانیک وارد فضاهای جدید می‌شود. فوران دستاوردهای کوانتوم مکانیک شعبه‌های فراوان تأسیس کرد. لیزر، نانو تکنولوژی، کوانتوم کامپیوتر و... هر کدام به یک سرفصل بزرگ علمی تبدیل شدند. ذرات جدید مانند کوارک‌ها، لپتون‌ها، بوزون‌ها پیدا شدند. هر روز یک ذرهٔ جدید پیدا می‌شد به طوری که فیزیکدان‌ها را گیج کرده بود. اوپنهایمر می‌گفت جایزهٔ نوبل را باید به کسی بدهند که ذرهٔ جدیدی کشف نکرده است.
مورای گل‌من Murray Gell-Mann در سال ۱۹۴۲ کوارک را کشف کرد که بابت آن جایزه نوبل ۱۹۶۹ را برد. او که بعدها استاد کلتک شد نشان داد که فرض ساچمه‌ای بودن پروتون و نوترون درست نبوده و هر دو این ذرات، خودشان به شکل حوضچه‌هایی هستند که کوارک‌ها درون آن غوطه‌ورند. داخل هستهٔ اتم بسیار شلوغ‌تر از آن است که روزگاری تصور می‌شد. مورای

گل‌من که مشهور به مندلیف ذرات داخلی اتم است می‌گوید:

> شناخت جهان هستی و چگونگی پیدایش و عملکردش، بزرگ‌ترین انگیزهٔ تاریخی زیست آدمی است. شمار اندکی از ساکنان این سیارهٔ کوچک، در گردش به دور یک ستارهٔ متوسط یک کهکشان معمولی، هدف خود را شناخت جهانی به این پهناوری قرار داده‌اند.

چگونه می‌توان تصور کرد که ذرهٔ ناچیزی از آفرینش، به این باور رسیده باشد که قادر به شناخت و درک همهٔ آن و از همه عجیب‌تر، قادر به کنترل آن خواهد بود؟

در پایان قرن نوزده اتم ساچمه‌ای یونان جای خود را به هستهٔ ساچمه‌ای با الکترون مداری داده بود. در آغاز قرن بیست معلوم شد هستهٔ اتم دارای پروتون و نوترون است و الکترون‌ها روی مدارهای با فاصله‌های مختلف از هسته می‌گردند. اکنون معلوم شده پروتو و نوترون نیز ساچمه‌ای نیستند و دارای اجزاء فراوانند که هنوز ترتیب آن‌ها مشخص نشده. کشف بوزون هیگز در ۲۰۱۳ در شتاب دهندهٔ سرن، تا کنون آخرین مورد از کشفیات این ذرات است. در آغاز، محاسبات گیج کنندهٔ این ذره باعث شد با لفظ God Damn Particle = ذرهٔ خدا لعنتی، به ناشر سپرده شود، اما ناشرِ کارهای وزینِ علمی نمی‌توانست از لفظ «لعنت» استفاده کند در نتیجه آن را به نام «ذرهٔ خدا» چاپ کرد که همین اسم نزد اصحاب شبه علم، به ویژه هنرمندان ماه‌گرفته، باعث سوء تفاهم و انواع تعابیر غلط گردید.

بسیاری از دانشمندان در میدان کوانتوم مکانیک کار کرده‌اند و می‌کنند اما برخی دانشمندان رده اول مانند اینشتین به طور بنیادی با آن مخالفند. برخی دیگر مانند دوبروی و شرودینگر با جنبه‌های احتمالات مکانیک کوانتوم مخالف هستند. نیلز بور می‌گوید «اگر خیال می‌کنید کوانتوم مکانیک را فهمیده‌اید معلوم می‌شود هیچ چیز نفهمیده‌اید». فاینمن هم که آب پاکی را

روی دست همه می‌ریزد: «هیچ کس قادر به درک کوانتوم مکانیک نیست».

مهم‌ترین مسأله این است که امروزه مشخص شده بین دو مدار الکترونی خلاء نیست. فضای خالی وجود ندارد و همیشه در رقیق‌ترین خلاء نیز موجوداتی از جنس انرژی و ذرات داخل اتم هست. بشر قرن‌ها با فرضیهٔ اتر زندگی کرده بود. در قرن بیستم با استناد به آزمایش آینه‌های مختلف‌الجهت مایکلسون – مورلی، اتر را کنار گذاشت و فضا را خالی تصور کرد، امروزه اما، با معمای دیگری روبرو شده است به این معنی که فضای خالی وجود ندارد اما «آن چیست که فضا را پر کرده است»؟

از طرف دیگر دیده می‌شود هنگامی که یک زوج فوتون در هم تنیده از سیستمی منتشر می‌شوند هر دو رفتار متشابه دارند. اگر هرکدام هر تغییر حالتی بدهد دیگری هم بلافاصله عینا همان کار راخواهد کرد. سوآل اینجاست، هنگامی که دو فوتون از یکدیگر دور باشند چگونه از حال یکدیگر با خبر می‌شوند؟ اگر یکی تغییر کند، دیگری چگونه خبردار می‌شود و در همان لحظه تغییر می‌کند؟ پاسخ در یکی از دو حالت زیر است:

۱ – یک برنامهٔ از پیش تعیین شدهٔ مشترک نزد هر دو فوتون وجود دارد، برنامه‌ای مانند یک DNA داخلی که سبب رفتار مشابه نزد هر دو فوتون می‌شود.

۲ – این دو فوتون قادر به انتقال اطلاعات در لحظه یا ارتباط آنی هستند.

در سال ۱۹۳۵ اینشتین – پودولسکی – روزن در مقالهٔ خود شق اول را پذیرفتند.

(Einstein-Podolsky-Rosen=EPR) بوریس پودولسکی (۱۹۶۶–۱۸۹۶) یهودی آمریکایی روسی‌الاصل دانشگاه سینسیناتی. ناتان روزن (۱۹۹۵–۱۹۰۹) یهودی آمریکایی اسراییلی دانشگاه ام.آی.تی).

در این مقاله از نظر EPR در دنیای دترمینیست یا «از پیش برنامه‌ریزی

شده» قطعا یک دست نامرئی هر دو فوتون را اداره می‌کند و به حرکات مشابه وامی‌دارد.

اینشتین به روابط زوج ذرّه‌های درهم تنیده و دارای رفتار یکسان با تردید نگاه می‌کرد و آن‌ها «جن زدگان» spook می‌خواند.

جان استوارت بـل John Stewart Bell (۱۹۹۰–۱۹۲۸) فـیزیک‌ریاضی‌دان ایرلند شمالی است. در دانشگاه استانفورد تدریس می‌کرد و جزو دانشـمندان گروه سرن CERN بود. بل اثبات کرد EPR اشـتباه کـرده‌انـد و حـالت اول ممکن نیست و نشان داد فقط حالت دوم درست است. فقط یک ارتباط دائم می‌تواند این صحنه را اداره کند. نتیجهٔ حیرت‌انگیز این کـه سـرعت انـتقال اطلاعات بیش از سرعت نور است. این یکی از نتایج غریب کوانتوم مکانیک بر علیه نسبیت است.

امروز ۲۵ نوامبر ۲۰۱۵ (۴ آذر ۱۳۹۴) از شنیدن آخرین خبر علمی جهان داخل اتم شاد و شگفت زده‌ام. دیروز فیزیکدانان دانشگاه استانفورد موفق شدند دو ذرهٔ بنیادی به فاصلهٔ ۲ کیلومتر را در حال حمل پیام به یکدیگر مشاهده کنند. سخن ولفگانگ پاولی و جان استوارت بل درست در آمده است. دنـیا دارای اتصال اطلاعاتی است.

کوانتوم مکانیک جـدید، اتـصال را مـی‌پذیرد، دنـیا پـر است و «اتـر» را نـیز می‌پذیرد، سرعت نور نیز حد نهایی سرعت نیست.

تیم ماودلین Tim Maudlin فیلسوف آمریکایی در سال ۱۹۵۸ به دنیا آمد. کار اصلی او فلسفهٔ علوم به ویژه فلسفهٔ فیزیک است. در دانشگاه‌های راتگرز و هاروارد و نیویورک به تدریس فلسفهٔ علم اشتغال داشت. به بیان ماودلین این ذرات، فوتون یا الکترون، هرقدر هم از یکدیگر دور باشند، با یکدیگر «مرتبط» به نظر می‌رسند. این ذرات دائما در حال «مکالمه» با یکدیگر هسـتند. ایـن ارتباط اطلاعاتی، سریع‌تر از نور حرکت می‌کند و آنی است. ذرات سریع‌تر از نور با هم در تماس هستند، درست مثل جاذبه که هنوز معلوم نیست چگونه

عمل می‌کند اما آنی است. دو سنگ بنای اصلی فیزیک نوین، یعنی نسبیت و کوانتوم مکانیک دو داستان مختلف در مورد جهان به ما می‌گویند.
هنگامی که بخواهیم ریاضیات هر دو دستگاه نسبیت عام و کوانتوم مکانیک را تلفیق کنیم با ۱۳ پارامتر مستقل روبرو می‌شویم و اگر ریاضیات‌مان درست باشد جهان ۱۳ بعدی خواهد بود. این به چالش فیزیک فلسفه دانان بدل شده است.

گپ خودمانی

تکامل دانش اندازه‌گیری تأثیرات معجز آسا بر اندیشگی انسان داشته است به طوری که می‌توان گفت کاخ اندیشگی نوین بر پایهٔ اندازه‌گیری‌ها استوار است.

در زمینهٔ علوم نظری گامی بدیع به‌سوی «نظریهٔ جامع» برداشته شد. این نظریه می‌تواند تمامی جهان فیزیک را – مستقل از نوع مساله – توضیح دهد. خواه موضوع مربوط به‌حرکت دود سیگار باشد، خواه دور شدن کهکشان‌ها از یک‌دیگر. چشم‌انداز نهایی فیزیک نظری یا جام طلایی شوالیه‌های میز گرد فیزیک، «نظریهٔ نهایی همه چیز» است.

این نظریه که سی سال تمام ذهن اینشتین را به‌خود مشغول کرده بود دارای سوابق طولانی است. در سال ۱۹۱۹ تئودور کالوزا (آلمان ۱۹۵۴–۱۸۸۵) از دانش‌گاه کونیگسبرگ در پروس شرقی، تصمیم به‌حل معادلات نسبیت عام در فضای پنج بعدی گرفت. او در نهایت به‌حل عادی معادلات اینشتین به‌علاوهٔ حل معادلات الکترومغناتیس ماکسول رسید. به‌نظر می‌رسد معادلات ماکسول، به‌نوعی نتیجهٔ فضای نامرئی پنج بعدی است. معلوم نیست چرا کالوزا تصمیم به‌چنین تحقیقی گرفته است اما بدون تردید لحظهٔ کشف او یکی از بزرگ‌ترین لحظات دانش قرن بیستم است. چند سال بعد در ۱۹۲۶ اسکار کلین (سوئد ۱۹۷۷–۱۸۹۴) از دانش‌گاه کپنهاگ نشان

داد که بُعد پنجم در عین نامرئی بودن می‌توانـد واقـعی بـاشد. سـال‌ها بـعد دانش‌مندان مختلف، از جمله پروفسور جان ویـلر (آمـریکا ۲۰۰۸–۱۹۱۱) از دانش‌گاه پرینستون، نظریات فوق جاذبه و فوق فضا را بنا کردند.

تاقبل از ۱۹۸۴ دو نظریهٔ کاملا کاراً (اما ناهم‌آهنگ) در جهان فـیزیک وجود داشت. نظریهٔ جاذبهٔ سرسره‌ای که برمبنای نسبیت عام اینشتین قـرار دارد و نیروی جاذبه را توضیح می‌داد و نظریهٔ معروف به «مدل استاندارد» که تــئوری کــوانــتوم را بــرای تــوضیح نــیروهای بــنیادی هســته‌ای قـوی، الکترومغناتیس و هسته‌ای ضعیف (رادیواکتیو) ارائه می‌کرد. مشکل از این‌جا شروع می‌شد که وقتی می‌خواستیم دو نظریهٔ فوق را ترکیب کنیم و تـمامی نیروهای طبیعت را توضیح دهیم ناکام می‌ماندیم.

این ناکامی کام بسیاری از فیزیک‌دانان جهان از جـمله ایـنشتین را تـلخ کرده. این مشکلات در بعضی زمینه‌ها سوآلات ناراحت کـننده‌ای را ایـجاب می‌کرد که به گونهٔ فیزیک‌دانـان سـرخـی مـی‌آورد و عـرق شـرم و نـاتوانـی برجبین‌شان می‌نشاند. اکنون می‌دانیم که دنیا از امواج احتمالات تشکیل شده است و هر واقعه دارای عدد احتمال وقوع است. صفر یعنی اتفاق نخواهد افتاد و یک یعنی اتفاق خواهد افتاد. در هر دو حـالت تـئوری‌های فـیزیک نـوین می‌توانند به‌خوبی و با پایه‌های مادی عمل کنند. اما چه می‌شود اگر مجموعهٔ احتمالاتِ رخ دادن یک حادثهٔ خاص بیش‌تر از صفر باشد اما به‌عدد ۱ نرسد؟ یعنی اگر مجموعهٔ احتمالاتِ رخ دادن حادثهٔ مشخصی ۰/۵ باشد چـه بـاید گفت؟ در این صورت احتمالا باید گفت اگر در محاسبات خود به‌اشتباه نرفته باشیم و اگر ریاضیات‌مان صحیح باشد در آن‌صورت کـل فـیزیک‌مان غـلط است! این همان اندیشه‌ای است که به ذهن فلاسفهٔ پیش از مـنطق فـازی خطور کرده بود. امروزه منطق ظریف و توان‌مند فازی قادر به ادارهٔ پدیده‌هائی با هر احتمال وقوع از جمله ۰/۳ یا ۰/۷ شده است.

از طرف دیگر، پس از آن‌که ۴ نیروی بنیادی طبیعت به ۳ نیرو تقلیل

پیدا کرد، دانش‌مندان به اصل وحدت نیروها اندیشیدند. از آن‌جا که هر نیرو را می‌توان به‌یک ذرهٔ بنیادی مربوط دانست (جاذبه را به گـراویـتون، بـه‌عنوان مثال) دانش‌مندان فیزیک هسته‌ای درانـتظار دست‌یـابی بـه‌یک ذرهٔ نـهایی بودند که به‌عنوان آجرهای مادی ساختمان جهان‌عمل کـند. سـوآل اسـاسی فلاسفهٔ علمی این بود که چرا دو نوع آجر کوارک و لپتون در ساختمان جهان به‌کار رفته است؟ تمامی ساختار فیزیك معاصر به وجود یک و فقط یک ذرهٔ بنیادی دلالت می‌کرد و تمامی دانش بشری منتظر فرا رسیدن لحظهٔ کشف آجر نهایی ساختمان جهان بود اما در حالی که همه منتظر خـبر کشـف ذرهٔ بنیادی بودند، خبری مثل برق در جهان پیچید. خبر این بود که خانوادهٔ ذرهٔ سومی به نام بوزون به خانوادهٔ کوارک‌هـا و لپـتون‌ها پـیوسته است. بـه‌نظر می‌رسد توسن بادپای جهان به‌تلاش‌های بشر وقعی نمی‌گذارد و عملا در راه وحدت به‌کثرت افتاده است.

سپس یک انقلاب واقعی تمامی بدنهٔ فیزیک نـظری را لرزانـد. تـئوری «فوق تارها» یا Super String به‌وجود آمد. تمام هـیجان بـه‌خاطر کـارهای مایکل گرین (انگلستان ۱۹۴۶) از کالج کویین مری دانش‌گـاه لنـدن و جـان شوارتز (آمریکا ۱۹۴۱) از انستیتوی تکنولوژی کالیفرنیا بـود. آنـان بـا وضـع نظریهٔ فوق تارها موفق شدند تاحدودی دو نظریهٔ نسـبیت عـام و مکـانیک کوانتوم را به‌یک‌دیگر پیوند دهند. در فضای فوق تارها، هر ذره به مثابه یک نقطه در نظر گرفته می‌شود که در فضا دارای هیچ بعدی نیست. به‌مجرد این که یکی از این ذرات بدون بعد، شروع به‌حرکت کند خطی یک بعدی درست خواهد کرد. خط یک بعدی سطح دو بعدی را خواهد ساخت و آن حجم سه بعدی را می‌سازد. آری فیزیک ـ هندسهٔ فرا نوین اقلیدسی به‌وجود آمده بود.

گرفتاری اصلی هندسهٔ اقلیدس، مطلق فرض کردن فضا و دربـرنگرفتن مفهوم زمان است و این سرچشمهٔ اصلی تمام تـناقضات اقـلیدسی است. در سال ۱۹۸۴ زمان وارد هندسهٔ اقلیدس شد. اما قضیه از نظر ریاضی اشکـال

دیگری پیدا کرد. معادلات گرین و شوارتز نشان داد برای کار کردن این نظریه و هم‌آهنگ شدن نسبیت و مکانیک کوانتوم، باید ذرات بنیادی در فوق‌زمان‌مکان ۱۰ بعدی حرکت کنند. آری، برای رسیدن به‌اصل وحدت نیرو لااقل به‌فضایی ۱۰ بعدی نیاز است.

تا سال ۱۹۸۸ نظریهٔ «فوق تارها» بهترین امیدها را برای توضیح تمامی جهان فیزیک تقدیم می‌کرد تا این که در پایان دههٔ هشتاد نظریهٔ «فوق حباب‌ها» Super Membrane به‌وسیلهٔ پروفسور مایکل دوف (انگلستان ۱۹۴۹) استاد فیزیک نظری امپریال کالج دانشگاه لندن به‌میدان آمد. او نه تنها هر دو نظریهٔ نسبیت و کوانتوم را تا حدود زیادی هم‌آهنگ کرد بل‌که حدس‌های دیراک و توپولوژیست‌ها را نیز ملحوظ نمود و شکل غریب و غشائی جهان را نیز از آن نتیجه گرفت.

از سال‌ها قبل دو پیش‌بینی مختلف در جهان وجود داشت. اولین آن مربوط به پل دیراک فیزیک‌دان برجسته و خوش‌فکر نسل قبل که حدس زده بود ذرات بنیادی بیش‌تر ماهیت حبابی دارند تا ماهیت نقطه‌ای. دومین پیش‌بینی در توپولوژی عمومی انجام شده بود که برای برقراری اصل وحدت نیرو باید جهان را با ۱۱ بعد درنظر گرفت. در این نظریه، هر ذره در واقع نه تنها یک نقطه نیست بل یک حباب است. در نظریهٔ ۱۱ بعدی فوق‌حباب‌ها، ما در جهانی زندگی می‌کنیم که دارای چهار بعد مرئی و هفت بعد درهم‌فشردهٔ نامرئی است.

البته سوآلات آزاردهنده هنوز دست از سر فلاسفه برنداشته است: چرا باید طبیعت به‌کثرت ۱۱ بعدی افتاده باشد؟ چنین کثرت غیر منصفانهٔ غیر قابل انتظار، آن هم در راه رسیدن به‌وحدت نیرو؟! این واقعه‌ای است که تاثیر عمیقی بر اندیشگی انسان و جهان‌بینی او خواهد گذاشت به‌طوری که از هم‌اکنون تعدادی از دانش‌مندان آماده شده‌اند که اندیشهٔ «وحدت نیرو» را دربست کنار بگذارند.

در اواخر قرن، خود این بدعت‌ها از هر نوع که باشند، مورد توجه خاص قرار گرفتند. پروفسور پیتر استاروک (انگلستان ۱۹۲۴) استاد علوم فضایی دانش‌گاه استانفورد، مجمع جدیدی را برای بررسی نوآوری‌های علمی پایه‌ریزی کرد. این نوآوری‌ها طیف وسیعی را تشکیل می‌دهند، از تله‌پاتی و هیپنوتیزم گرفته تا پزشکی ناشناس ماندهٔ شرقی تا مسائل بسیار جدید ریاضی و فیزیک.

اکتشاف پدیده‌هایی که نظرگاه‌های انسان را از جهان تغییر می‌دهد، در شمال به نوآوری تعبیر شده مورد استقبال قرار می‌گیرد. در جنوب اما، این پدیده‌ها «بدعت» خوانده می‌شود و حساسیت برمی‌انگیزد.

«یقین» علمی از زمان ارستو پا به عرصهٔ وجود گذاشت و تا دوران دکارت (فرانسه ۱۶۵۰–۱۵۹۶) یکه‌تاز بود. در هر دست‌گاه علمی که قائل به نوعی مطلق مانند فضای اقلیدس یا زمان نیوتن باشد می‌توان به «یقین» رسید. رنه دکارت ریاضی‌دان و فیلسوف قرن هفدهم فرانسه و به‌وجودآورندهٔ هندسهٔ تحلیلی با تردید بی‌همتایش لرزه بر اندام «یقین» انداخت. اما خود او نیز نمی‌توانست بدون یقین زندگی کند. به‌روایتی جهان دانش‌های نوین با جست‌جوی عاشقانه اما دلهره‌آور دکارت شروع شده است. او که می‌خواست ساختمان فلسفی‌اش را روی پایه‌های مستحکمی بنا کند هرچه به‌اطراف خود نگاه کرد پایهٔ محکمی ندید. لاجرم به‌گذشته‌ها بازگشت. اما هرچه عقب‌تر رفت کم‌تر به‌مواد و سنگرهای قابل اطمینان برخورد. هنگامی که دکارت برای یافتن هر پای‌گاه مطلق برای شروع، ناامید شد، اندیشهٔ خود را پای‌گاه قرار داد و جهان نسبی آغاز گردید. او برای شروع، به‌گذشته نزدیک توجه کرد و چون پای‌گاه محکمی نیافت تا گذشته‌های دور عقب رفته همه چیز را قابل تردید یافت. پای‌گاه محکمی که او می‌خواست در گذشته‌ها نبود او ماند و تردیدش که به زجرآورترین طریقی فراگیر شده بود. دکارت به حال باز آمد و تصمیم گرفت همه چیز را خود بسازد. «حقیقت مصنوعی» را. ساختمان اندیشگی و

فلسفی او به‌واقع صفر کیلومتر بود. او گفت، من به«همه» چیز شک می‌کنم، اما در این که شک می‌کنم تردید ندارم. من بی‌تردید شک می‌کنم. من شک می‌کنم پس فکر می‌کنم. فکر می‌کنم، پس هستم. این شروع دنیای جدید بود. دنیائی که بر پایهٔ وجود بشر و اندیشهٔ او بنا شده است.

چنین یقینی اما در واقع مهم‌ترین ناگزیری بشری است و پاولوف (روسیه ۱۹۳۶–۱۸۴۹) آن‌را به‌خوبی در کارهایش نشان داده است. او می‌گوید سه چیز بدترین است: انتظار، تردید و بی‌خوابی. اهل یقین لااقل تردید و بی‌خوابی را ندارند. اما از آن‌جا که «تردید» از ضروریات پیش‌رفت بشری است، حقانیت وجودی تناقض‌بار خود را دائما و در همه‌جا می‌نمایاند. در ادبیات به‌عنوان مثال می‌بینیم که هملت تردید کرد و آن فاجعهٔ عظیم به‌راه افتاد.

امروزه حتا در دقیق‌ترین بخش‌های علوم مثل ریاضیات و فیزیک نیز دیگر نمی‌توان یقین داشت. در ریاضیات، شیطنت‌بارترین قضیهٔ همهٔ تاریخ ریاضیات، یعنی اثبات گودل که چون تاجی بر تارک جهان ریاضیات جهان می‌درخشد، تمامی پایه‌های «یقین» را از زیر ساختمان ریاضی بیرون کشید. در فیزیک هسته‌ای فروتنانه‌ترین اصل فیزیک، اصل عدم قطعیت هایزنبرگ، بقایای خاکستر «یقین» را برباد سپرد.

امواج تعمیم‌های به‌جا و نابه‌جای این اصول و اکتشافات، به‌تمامی بخش‌های اندیشگی انسان کشیده شد و ساختمانِ سنگیِ عظیم «اصل علیت» را که محکم‌ترین سنگر یقینیان بود چنان درهم شکست که هُرّست آن گوش فلک را کر کرد.

اما یقینیان را هنوز داستان کافی نبود زیرا آنان «یقین داشتند که...» و «بی‌تردید می‌دانستند که...» و در نتیجه اگر کسی در یقین آنان شریک نباشد مستوجب مجازاتی است که «یقین» آنان تعیین می‌کند. تمامی جنگ‌ها و فتنه‌ها از «یقین» برمی‌خیزد و در تمام سطوح از آش‌پزخانه منزل گرفته تا سطح خیابان و امور سیاسی ملی و امور جهانی، همه در حال جنگ هستند

چون همه «یقین دارند که...» و چیزی که در این قرن کم نداشته‌ایم جـنگ بوده است. اما پروفسور استاروک اخیرا تبر را برداشته و به‌جان بقایای «یقین» افتاده است.

دیرزمانی است که تک سلولی فلسفه شروع به تقسیم کرده روان‌شناسی و جامعه‌شناسی از دل آن بیرون آمده‌اند. در عهد باستان حتا ریاضیات و پزشکی و نجوم نیز جزو آن بودند. امروزه حتا منطق و زبان‌شناسی و الاهیات و اخلاق و تعلیم و تربیت نیز از فلسفه جدا گشته‌اند. در این عصر اوضاع فـلسفی بـه گونه‌ای دیگرگون گشته که آن‌چه کوچک‌ترین شباهتی با فـلسفهٔ کـلاسیک می‌برد، یعنی بخش عظیمی از «جهان بینی» یا آن‌چه از کلمهٔ فلسفه انتظار می‌رود، در فلسفهٔ علوم متجلی شده است.

برای بررسی اوضاع فلسفهٔ علوم معاصر شیوه‌های مختلفی پیش‌نهاد شده است. از جمله به گونه‌ای مبالغه‌آمیز گفته‌اند که همه چیز را باید مجددا از ارسطو آغاز کرد.

برای بررسی اوضاع اندیشگی در این روزگار و پرداختن به فلسفهٔ عـلوم، ناگزیر باید از عنصر اصلی تفکر فلسفی امروز یعنی فیزیک نظری یاد کـرد. ضــمن حــفظ احــترام بـرای تـمامی بـزرگان و پـیران و پـیام‌آوران تـمامی خانواده‌های فکری باید اعتراف کرد که شروع دنیای نوین قرن بیستم هم از نظر زمانی هم از نظر محتوایی با مکانیک کوانتوم است. در واقع آغازگر قرن بیستم در فیزیک نوین و فلسفهٔ علوم، مکانیک کوانتوم و نسبیت بوده است.

همه چیز از ۱۴ دسامبر سال ۱۹۰۰ در آلمان شروع شد. در این روز ماکس پلانک در انجمن فیزیک‌دانان، مکانیک کوانتوم را معرفی کرد و کلید دنیای نوین و سپس فرا نوین قرن بیستم را زد.

اگر به یک گردن‌بند مروارید بنگریم دو جزء قابل تشخیص است: دانه‌های مروارید و نخ درونی. در مشاهدهٔ گردن‌بند، بدون ورود به جزئیات و به عنوان پیش فرضی ساده هم‌واره پذیرفته‌ایم که نخ پیوسته است و دانه‌ها تک‌تک و

منفصل.

پلانک در مورد نخ صحبت نمی‌کند، در مورد دانه‌های مروارید صحبت می‌کند و می‌گوید دانه‌های مروارید نمی‌توانند پیوسته باشند بل‌که به صورت دانه‌های مجزا و مستقل از یک‌دیگرند. این گفتهٔ پلانک به نام مکانیک کوانتوم معروف شده است. البته پلانک به جای مروارید کلمهٔ نور را به کار برد.

پس نور یا انرژی تشعشعی مانند آبی نیست که از آبشاری بریزد بل‌که مانند گلوله‌های مجزای نورانی است، مانند لامپ‌های مجزای رشتهٔ چراغانی.

این سخنان انقلابی آن‌قدر عجیب بود که هیجان و ناباوری عظیمی را موجب شد. تا قبل از آن فیزیک به پدیده‌های متصل می‌پرداخت و قوانین آن را تجربه می‌کرد و پدیده‌های منفصل را به حسب مورد و تک به تک بر حسب شرایط خاص خود مورد مطالعه قرار می‌داد. این بار قرار شد که پدیده‌ای منفصل به رشتهٔ نظم کشیده شود.

و این پدیدهٔ منفصل چیست؟ نور؟ نوری که از قدیم‌الایام و در تمامی اندیشگی اسطوره‌ای – فلسفی – مذهبی بشر، نوعی هالهٔ مقدسِ پیوسته بود؟ نوری که خود مانند نخی محکم از تمامی گوی‌های جهان می‌گذشت؟ آیا نخ گردن‌بند نیز منفصل است؟

دروازه‌ای که پلانک گشود چشم‌انداز وسیعی در اختیار گذاشت و عدهٔ زیادی را به خود جذب کرد. مکانیک کوانتوم که آن را مکانیک آماری یا مکانیک پلانک هم خوانده‌اند آغازگر جلوه‌گری‌های افسانه‌ای ستارگان درخشانی شد که در هیچ فهرستی نمی‌توان نام تمامی آنان را آورد. راهی که سرآغازش با پلانک، اینشتین، بور، رادرفورد، پاولی، دوبروی، شرودینگر، هایزنبرگ، دیراک، فرمی، زیلارد (مجارستان – آمریکا ۱۹۶۴–۱۸۹۸)، یوکاوا (ژاپن ۱۹۸۱–۱۹۰۷) و دیگران بوده است و در پایانش ستارگانی چون تایلور (انگلستان ۲۰۱۲–۱۹۳۱) و هاوکینگ (انگلستان ۱۹۴۲) و ساگان (آمریکا ۱۹۹۶–۱۹۳۴) و دیگران می‌درخشند.

امروزه کم‌تر متفکری است که هنگام آوردن نـام ایـن پـیام‌آوران تـمایل استفاده از لقب کبیر را برای آنان در دل خود احساس نکند اما این بزرگان در زمانهٔ خود پسرانی پر از شیطنت و شور زنـدگی بـوده‌انـد و بـا هـمان شـیوه زیسته‌انـد. ایـن دانش‌مـندان هـمگی پـر از کـنج‌کاوی‌های کـودکانه و پـر از بازی‌های کودکانه بوده‌اند و همگی به سختی در راه دانش کوشیده‌اند. اگر چه ممکن است به نظر بازی‌گوش برسند اما در بازی‌هاشان به دنبال شـادی و شادکامی انسان بوده‌اند.

گفته‌اند سخن بر دو نوع است: «راست» و نوع دوم. اما نوع دوم سخن بر دو نوع است: «دروغ» و «آمار». مکانیک کوانتوم نشان داد آمار از هر «راست» به «حقیقت» نزدیک‌تر است.

بلافاصله پس از پلانک نوبت به آلبرت اینشتین مـی‌رسد کـه در حـدود ۱۹۰۵ با استفاده از مکانیک پلانک توانست پدیدهٔ فوتوالکتریک را تـوضیح دهد.

آن‌گاه نوبت نیلز بور است که در سال ۱۹۱۳ توانست بر مبنای کـارهای پلانک مدل اتمی معروف به اتم بور را به جهان معرفی کند. اتـم سـیاره‌ای کوانتومی بور برای نخستین بار چشم ارستوییان را به روی جهان بی‌نهایت کوچک‌ها گشود. داینوسور در سرزمین گنجشک‌ها. از هـر سـو دانش‌مـندان سرازیر شدند و بـه کشـف گـوشه‌های سـرزمین غـرایب کـوچولوهای گـالیور پرداختند.

یکی از ظریف‌ترین این سیاحان، لویی دوبروی، شـاه‌زادهٔ مـوسیقی‌دانـی است که به کشف موسیقی درون اتم‌ها نایل آمد. همان‌گونه کـه هـر صـوت دارای یک هارمونی اصلی و تـعداد زیـادی هـارمونی درجـات دوم و سـوم و پایین‌تر است که تعدادشان در سری فوریه تا بی‌نهایت جلو می‌رود، هر مدار اتم نیز دارای یک ظرفیت اصلی است. در واقع درونی‌ترین مدار با کـم‌ترین مقدار انرژی را می‌توان آهنگ اصلی این ساز مـوسیقی در نـظر گـرفت کـه

آهنگ‌های فرعی در مدارهای خارجی آن را هم‌راهی می‌کند. بین این دو مدار جز خلاء نیست و فقط امواج خلبان (خلاءبان؟) می‌توانند به این مـدارهـای غریب سرزمین آدم کوچولوهای گالیور سفر کنند.

سخنان وحی‌گونهٔ دوبروی ماخولیایی‌تر از آن بود کـه بـه دست خـود او تبدیل به روابط نهایی ریاضی شود اما بلافاصله اروین شرودینگر آن را مدون کرد و به شکل مکانیک موجی منتشر ساخت. از این جا به بعد تصاویر حقیقت فلسفی در آینه‌کاری ظریف و زیبا با زوایای مختلف و ابعاد گوناگون شکست. نور هم ماده است و هم موج. آلیس در سرزمین عجایب.

کسی که از موج دریا فقط اطلاعات صوتی دارد آن را آهنگی با فرکانس اندکی منظم می‌شنود. کسی که اطلاعات نوری (تو بگو از داخل هواپیما) دارد آن را رشته‌هایی از بافته‌هایی ظریف و سـفید بـر زمـینه‌ای از مـخمل سـبز می‌بیند. تنها کسی‌که اطلاعات غوطه‌ای لامسه دارد آن را «گردابـی چـنین هایل» می‌شناسد. دریا اما، تمامی ایـن‌ها و بسـی بـیش‌تر نـیست؟ بـبر، بـا اطلاعات شنوایی یک منبع صوتی قوی است با اطلاعات لامسه یک پوست مخملی است با اطلاعات بینایی از نزدیک (که فقط بخشی از پوست را نشان دهد) مخمل موج دار است. اما ببر هر سهٔ این‌هاست و چیزهای دیگر هـم هست. مکانیک موجی توانست بسیاری از پدیده‌هایی را که قبلا غـیر قـابل توضیح می‌نمودند توضیح دهد.

در سال ۱۹۲۹ فیزیک‌دان کـمبریج پُـل دیـراک در تـلاش بـرای کشـف وابستگی دو مکانیک کوانتوم و نسبیت به معادله نسبیتی موج دست یافت و این او را به پیش‌گویی پیامبر گونه‌ای از نوع پیش‌گویی‌های مندلیف کشانید. پیش‌گویی ضد ماده.

سپس هایزنبرگ نشان داد در داخل آینه‌های اتم و در جهان ما هیچ پدیدهٔ قطعی وجود ندارد و نمی‌تواند داشته باشد. سپس درهای سرزمین آلیس باز شد و بسیاری برای کشف ناشناخته‌هایش سرازیر شدند و کارهایی انجام دادند

که از عظمت‌شان هر چه بگوئیم کم گفته‌ایم. تئوری میدان واحد – اصل وحدت نیرو – فوق تار – فوق غشاء – و سایر اندیشگی‌ها که با ریاضیاتی مانند اصل عدم کاملیت گودل و مشاهداتی مانند سوپرنوا و مطالعاتی مانند فیزیک تکینهٔ سیاه‌چاله‌ها هم‌راه بوده است.

در زمینه‌های دیگر با ورود کامپیوتر و شعور مصنوعی یا آن چه در زبان ما به هوش مصنوعی ترجمه شده بزرگ‌ترین وقایع رخ داده است. پیش‌رفت‌های کامپیوتر به ریاضیات فاجعه و هندسهٔ آشوب و به منطق فازی منجر گردیده است به طوری که گفته‌اند، تنها مکتبی می‌تواند ادعای اعتبار کند که فلاسفه‌اش بتوانند تمامی جنبه‌های فراکتال و آشوب و فازی و فاجعه را در هر دو میدان نسبیت و مکانیک کوانتوم ببینند.

بشر هم‌واره آرزو داشته نشان دهد سرچشمهٔ این نیروها واحد است. اینشتین بیش از سی سال در راه یافتن تئوری میدان واحد و یافتن ذرهٔ ابتدایی که سر منشاء تمامی نیروهای چهار گانه است تلاش می‌کند، تلاش‌های او به جایی نمی‌رسد.

از سال‌های ۶۰ فیزیک‌دانان با کوشش خاص مسالهٔ وحدت نیروها را پی‌گیری می‌کنند. اگر چه هنوز جوابی قطعی برای مساله به دست نیامده است، بخشی از جایزهٔ نوبل فیزیک سال ۱۹۷۹ به پروفسور عبدالسلام، دانش‌مند پاکستانی مقیم انگلستان تعلق می‌گیرد که در نشان دادن وحدت نیروهای الکترومغناتیس و رادیواکتیو و نیز در راه رسیدن به خمیرمایهٔ اولیهٔ جهان به موفقیت‌های چشم‌گیری نایل آمده است.

وحدت نیرو؟ امروزه بارقهٔ وحدت بین نیروهای چهار گانهٔ طبیعت ملاحظه می‌شود به‌طوری که بعضی دانش‌مندان مایلند پیشاپیش آن را اصل وحدت نیرو بنامند. واقعا ممکن است؟

آری، اما پیش از پرش بزرگ به اصل وحدت نیرو که به هر حال موقع آن نرسیده باید گفت، هنوز هم اتفاقاتی که غیر قابل توضیح به نظر می‌رسد در

جهان رخ می‌دهد. اتفاقات بسیاری هم هستند که در گذشته رخ داده‌اند و تاکنون توضیحی برای آنان یافت نشده. توضیح کلیهٔ اتفاقاتی که تاکنون شناخته شده است اما، با کمک چهار نیروی فوق میسر بوده است. دلیلی در دست نیست که سایر اتفاقات نیز با کمک این چهار نیرو توضیح داده نشوند.

معجزهٔ رسیدن به وحدت نیرو به معنای حل کامل کلیهٔ مسائل فیزیک و جهان است که هنوز در دوردست‌ترین افق‌هاست.

پیش‌رفت‌های ریاضیات عددی و حل معادلاتی که با شیوه‌های تحلیلی غیر قابل حل بودند از دست‌آوردهای ریاضیات کامپیوتری است. دست‌رسی به پاسخ این معادلات بزرگ‌ترین آرزوی دانش‌مندان گذشته بوده است. در این زمینه می‌توان از حل معادلات دیفرانسیل با درجات بالا نام برد. هم‌چنین از ایجاد کتاب‌خانه‌های ریاضی کامپیوتری که حاوی کلیهٔ عملیات ضروری ریاضی از جمله عملیات روی ماتریس‌ها هستند. این علم تا حد تشکل عددی معادلات دیفرانسیل پیش رفت و شیوه‌هایی مانند اجزاء محدود به خدمت گرفته شد که در بعضی موارد حل یک‌پارچهٔ مساله به حل چندصد هزار معادله با چند صد هزار مجهول منجر می‌شود.

این حیرت‌انگیزترین دست‌آورد جهان علوم است. ترمودینامیک آماری و اصل عدم قطعیت و در یک کلام ریاضیات کنونی به‌بی‌نهایت جهان دیگر با بی‌نهایت موجود دیگر دلالت می‌کند. ریاضیات کنونی ما، ساختمانی تصادفی است که در داخل خود آن، تصادفی بودنش نمایانده می‌شود. و نه تنها آن، که ثابت می‌شود بی‌نهایت نوع ریاضیات دیگر می‌توانست به‌جای آن به‌وجود بیاید که در هر کدام آن‌ها می‌شد تصادفی بودنش و وجود بی‌نهایت ریاضیات دیگر را دید. که از هر کدام آن‌ها بی‌نهایت نوع جهان نتیجه می‌شود و البته نه فقط جهان‌های دیگر، که موجودات دیگر.

وقتی می‌گوییم «می‌دانم» چه جور عملیاتی انجام می‌دهیم تا به «می‌دانم» می‌رسیم؟ در مورد «فهمیدم» چطور؟ گاه به طور ناخودآگاه یا اتوماتیک

منظورمان این است که مطلب مسبوق است یعنی سابقه همه یا بخشی از آن را در ذهن داریم. گاه منظورمان این است که تجربه‌ای مشابه داریم. گاه منظورمان این است که می‌توانم «تصور» کنم. گاه منظورمان این است که می‌توانم «تجسم» کنم. اما آیا این همه داستان است؟ ریاضی‌دانان وقتی بر پایهٔ دانسته‌های قبلی یا پیش فرض‌های اولیه به نتیجه می‌رسند از «می‌دانم» یا «می‌فهمم» بهره می‌برند. گاه این نتایج مثل نتایجی که از هندسه حاصل می‌شود قابل تصور است، گاه به هیچ عنوان قابل تصور هم نیست. مثلا وقتی روابط ریاضی مکانیک کوانتوم را برای رسیدن به میدان واحد ترکیب می‌کنند یا وقتی از جهان یازده بُعدی و سیزده بعُدی حرف می‌زنند، یا وقتی از جهان‌های دیگر که آجرهای آن‌ها شبیه جهان ما نیست گفتگو می‌کنند، جز معادلات ریاضی، قادر به تصور و تجسم هیچ چیز نیستند. برای ریاضی‌دانان نوشتن معادله دیفرانسیل موضوع مورد نظر کافی است تا آن‌ها را به «می‌دانم» و «می‌فهمم» برساند. در موارد «دانستن» یا «فهمیدن» ما به یکی از داشته‌ها یا امکانات مغزی خود اشاره می‌کنیم که تقریبا در همه موارد ناقص و ناکامل و ناکافی است. امکانات مغز به مراتب فراتر از آن است که تاکنون کشف شده اما در هر حال مغز نیز محدودیت خود را دارد. معرفت به امور واقع از طریق حواس به دست می‌آید اما چون حواس ناقص و قاصر است، ریاضیات به مدل سازی می‌پردازد و مدل‌های ریاضی کار را انجام می‌دهند. چه کسی قادر به تجسم و تصور بیش از بعد چهارم است؟ اما امروز دیده می‌شود که جهان ما سیزده بعد دارد. اگر بخش یادآوری حافظه در مغز دچار نقصان شود مقدار زیادی از «می‌دانم»ها تبدیل به نمی‌دانم و «می‌فهمم»ها تبدیل به نمی‌فهمم می‌شود. جمله‌ای از فاینمن بیاورم: «هیچ‌کس مکانیک کوانتوم را نمی‌فهمد». فاینمن این جمله را بارها به صورت‌های مختلف بیان کرده: «اگر کسی گفت مکانیک کوانتوم را فهمیده، بهترین دلیل است برای آن که نفهمیده». منظور فاینمن از «فهم» چیست؟ بهتر است بپرسیم درک یا

توقع فاینمن از «فهم» چیست؟ فاینمن، برنده جایزه نوبل فیزیک، بر معادلات مکانیک کوانتوم مسلط است اما هنوز توقع دیگری دارد. تجسم؟ آیا فاینمن مایل به تصور و تجسم روابط داخلی مکانیک کوانتوم است؟ دیراک به معادله‌ای دست یافت که با نگاه کردن به آن احساس کرد (یا دانست، یا فهمید) یک چیز کم است. دیراک برای پایداری و سازگاری معادله خود نیاز به یک ذرهٔ جدید پیدا کرد که برعکس ماده شناخته شده باشد و آن را ضد ماده نام نهاد. دیراک، کاشف ضد ماده و برنده جایزه نوبل جمله مهمی دارد: «معادله من بیش‌تر از خودم می‌داند» این جا «دانستن» در ضمن به امکان پیش‌بینی آینده هم اشاره می‌کند. عناصر بعدی جدول تناوبی مندلیف، خم شدن نور اینشتین، سیاهچاله شوارتزچیلد و بوزون هیگز نمونه‌های دیگر این نوع «دانستن» هستند.

به راستی وقتی می‌گویی «می‌دانم» یا «می‌فهمم» عملا چه کاری انجام می‌دهی؟ پاسخ این سوآل به آن آسانی هم نیست. این پاسخ در چندین سطح مطرح می‌شود. در سطح زندگی روزمره، منظورت این است که موضوع مورد بحث «مسبوق» است و تو تصویری از آن در مغز داری. روانشناسی در همین حد مسبوق بودن و تصویر داشتن توقف می‌کند. اما اگر ریاضیدان باشی، منظورت از «می‌دانم» این است که معادله دیفرانسیل موضوع را در مغز داری. وقتی می‌گویی «درک کردم» یعنی موفق به نوشتن این معادله شدی. این سوآل سطوح دیگری هم دارد.

هنگامی که می‌گویی «می‌دانم» در سطح سلولی چه کاری انجام می‌دهی؟

در سطح پایین‌تر یعنی ملکولی چه کاری انجام می‌شود؟

در سطح پایین‌تر یعنی اتمی چه کاری انجام می‌شود؟

در سطوح پایین‌تر یعنی subatomic چه فعل و انفعالی پیش می‌آید؟

اما مهم‌ترین نکته این‌جاست که در همه حال آن‌چه رخ می‌دهد در مغز است که موجودی ناقص و نسبی و محاط است و تو در هر حال نمی‌توانی بدانی که

«می‌دانم» به چه معناست که این یکی از غریب‌ترین پارادوکس هاست.
متافیزیک قابل اندازه‌گیری نیست و نمی‌توان در سرزمین تجربی با آن برخورد کرد. متافیزیک بیش‌تر مقوله الهیات است. وجود یا عدم وجود «مطلق» جزو مسایل تجربی نیست. فیزیک‌ریاضیدان خود را درگیر مسأله «مطلق» نمی‌کند چرا که می‌داند تمامی ابزارهای فیزیک و روابط ریاضی «محاط» است و نمی‌تواند از جهان بیرون رفته و «محیط» شود.

ره زین شب تاریک نبردند برون

اگر «فهم» به معنای تصور و تجسم است، مکانیک کوانتوم را نمی‌توان فهمید، اما اگر «فهم» به معنای همخوانی با ریاضیات است آنگاه مکانیک کوانتوم فهمیدنی است. در جهان کوانتوم، توصیف ریاضی همان «فهم» است و تصویرپذیری اهمیت ندارد. تمام دانسته‌های بشر از آغاز با مشاهده و تجربه و دریافته‌های حسی شروع شده سپس آن‌ها را با روش‌های گوناگون تعمیم داده و چیزی به نام «فلسفه علم» اختراع کرده. در واقع می‌توان گفت در آغاز «فلسفه علم» به وجود آمد پس از آن فلسفه عام پدیدار شد. تمام علم امروز بر مبنای مشاهدات حسی و تجربه استوار است. کوانتوم مکانیک، علم را به وسیله‌ای برای ارتباط بین تجربه‌ها و پیش‌بینی رخدادهای آتی تبدیل کرد. آیا آن‌چه قابل «مشاهده حسی» نیست وجود ندارد؟ برای پاسخ باید به معنای «وجود» دقت کرد. اگر ساکن هزاره پیش از میلاد باشیم، مسلم است که در مورد «باکتری» هیچ نمی‌دانیم، به آن نمی‌اندیشیم و برای ما باکتری وجود ندارد. اصولا «باکتری وجود ندارد» اما امروز می‌دانیم باکتری وجود دارد و هزاره پیش از میلاد نیز وجود داشته است. «وجود» به آگاهی ما برمی‌گردد. اما خود «آگاهی» در این مورد مدیون میکروسکپ و «مشاهده» است. به این ترتیب «وجود» وابسته به مشاهده و تجربه است. چیزی برای «فهمیدن» وجود ندارد، چیزی برای مشاهده حسی و تجربه کردن وجود دارد. در دنیای کوانتوم مکانیک چیزی برای ورز دادن ریاضی وجود دارد، آنگاه اگر تصادف

یاری کند راکتور هسته‌ای رد پای «وجود» را نمایان خواهد کرد. آیا «تصادف» خاصیت ذاتی جهان است یا امور به خاطر نقصان دانش ما «تصادفی» به نظر می‌رسند. بحث در این مورد فراوان است و هر دو نظریه طرفداران پـر و پـا قرص و جدی دارد. اینشتین معتقد است «خدا تاس بازی نمی‌کند» و با این سخن اولا اعتقاد خود را به خدا نشان می‌دهد ثانیا به جهان هدفمند و از پیش برنامه ریزی شده اشاره می‌کند. آلبرت اینشتین مخالفان جدی مانند نیلز بور و پاول دیراک دارد. اینشتین به دنبال «نظریه میدان واحد» عبدالسلام به دنبال «اصل وحدت نیرو» و هاوکینگ به دنبال «نظریه همه چیز» بودند. رسیدن به هرکدام آن‌ها یعنی شکار کردن «مطلق» و این امکان‌ناپذیر است زیرا کارهای «هایزنبرگ – گودل – لطفی زاده» نشان داد که علم هرگز کامل نمی‌شود و به انتها نمی‌رسد. البته فضا به این تیرگی و تلخی هم نیست و زیبایی و شیرینی و جنبه مثبت قضیه این است که همواره چیزی برای کشف بیشتر و مجهولی برای معلوم شدن باقی است و دانشمندان هرگز بیکار نمی‌شوند. علیّت ارستو مانند قانون نیوتن در فضای روزمره کار می‌کنند اما داخل اتم از کار و اعتبار می‌افتند. از ویتگنشتاین نقل است: «در موضوعی که نمی‌توان سخن گـفت باید سکوت کرد». هر نوع اسم و صفت و فعل و ضمیر و قید که به «مطلق» نسبت دهیم آن را از مطلق بودن خلع می‌کنیم. هنگامی که نمی‌توان در باب مطلق سخن گفت باید سکوت کرد. چیزی که نمی‌توان توصیف کرد «وجود» ندارد. در اینجا مراد از وجود، داخل جهان فیزیک (طبیعت) است. غیر قـابل توصیف (لااقل با روابط ریاضی) مربوط به نـاجهان مـتافیزیک است و هـر توصیفی آن را از متافیزیک (ماوراءالطبیعه) به فیزیک (طبیعت) وارد می‌کند. سوآل‌های مقطعی به جهان فیزیک مربوط می‌شود و نهایتا پاسخی تجربی با بُعد (دیمانسیون) MKS پیدا مـی‌کند. سـوآل‌های ازلی – ابـدی بـه نـاجهان متافیزیک مربوط می‌شود و هیچ پاسخی معتبر نیست.

برهان خلف در حکمت binary ارستو این گونه عمل می‌کند که اگـر بـتوان

نشان داد «نفی» یک قضیه غلط است می‌توان نتیجه گرفت خودش درست است. به فرض که چیزی به نام «حقیقت مطلق» وجود داشته باشد، با مغز نسبی و محاط و با ابزار نسبی و ناکافی نمی‌توان به آن راه برد. در روش مشاهده نگاه می‌کنیم، گوش می‌کنیم و از راه دور به بررسی و شناخت می‌پردازیم. اگر «درک» نیاز به «اثبات صدق» دارد همواره یک پای کار خواهد لنگید. این نیست مگر به واسطه نسبی بودن ابزارها و محاط بودن «مغز». پرسش‌های بسیار زیادی وجود دارد که خرد انسان قادر به پاسخ گویی به آن‌ها نیست. متفکران حلقه وین بر این باور بودند که فلسفه باید از متافیزیک پاکسازی شود و به شمایل علم درآید. تفکر عقلانی هرگز نمی‌تواند به حقیقت نهایی و غایی دست یابد. علم ویژگی‌های آنارشیستی دارد. از من نپرس «چرا؟» از من بپرس «چگونه؟». تمام حق با من نیست. نمی‌توانم بگویم صد در صد حق دارم. به کار گرفتن کلماتی مثل همیشه و هرگز که بوی مطلق می‌دهند از خطاهای روزمره است. گفتی امکان ندارد بر خطا باشی؟ خطایت در همین گفته است. اگر عقل سلیم common sense نبود در کوچه پسکوچه‌های فلسفه گم می‌شدیم. تلاش برای «تبیین» به «توصیف» منجر می‌شود. در عمل «توصیف» به مراتب کاربردی‌تر از تلاش ناکام برای «تبیین» است. تو گویی حقیقتی برای دیدن وجود نداشته. هیچ چیز را مسلم نمی‌گیرم. معرفت به امور واقع از طریق حواس به دست می‌آید اما چون حواس ناقص و قاصر است، ریاضیات به مدل سازی می‌پردازد. چه کسی قادر به تجسم و تصور بیش از بُعد چهارم است؟ اما امروز دیده می‌شود که طبق نظریهٔ «ریسمان» جهان ما یازده بُعد و طبق نظریهٔ «غشاء» جهان سیزده بُعد دارد.

فیزیک کلاسیک اواخر قرن ۱۹ به آنجا رسید که با دانستن شرایط اولیه هر سیستمی می‌توان اوضاع سیستم را در آینده پیش بینی کرد، به همین جهت همه به این نتیجه رسیدند که که دیگر نکته مهمی برای کشف باقی نمانده. در

پایان قرن ۱۹ فلاسفه به نتایج زیر رسیدند:

٥ – حقیقت مستقل از ما وجود دارد

٥ – حقیقت قابل شناخت است

٥ – حقایق قابل تجزیه و تفکیک به اجزاء قابل شناخت و توصیف است

٥ – سیستم بزرگ از سیستم‌های کوچک تشکیل شده و رفتار آن را می‌توان بر حسب رفتارهای اجزاء آن توضیح داد

٥ – وضع کنونی هر سیستم را می‌توان با بهره‌وری از روابط عِلّی، از حالت قبلی همان سیستم نتیجه گرفت

٥ – اطلاعات ما در مورد رفتار سیستم‌ها از طریق مشاهده آن‌ها به دست می‌آید و مشاهدات ما رفتار سیستم را تغییر نمی‌دهد.

٥ – تغییرات جزئی ایجاد شده توسط ابزارهای مشاهده ما قابل محاسبه است.

٥ – جدائی مشخص بین «عین» و «ذهن» وجود دارد.

٥ – رفتارهای سیستم ارتباطی به مشاهده ما ندارد.

٥ – دنیای قابل مشاهده خارج از ما وجود دارد و ما می‌توانیم تصویر کاملی از دنیای بیرونی به دست آوریم

کوانتوم مکانیک تمام تصاویر بالا را از اعتبار انداخت. ظهور کوانتوم مکانیک و نسبیت تمام اندیشه‌های کلاسیک را به هم ریخت و دروازه جهان جدید را گشود. هر اندازه‌گیری در پدیدهٔ مورد اندازه‌گیری تغییرات غیر قابل اندازه‌گیری و محاسبه به وجود می‌آورد. در داخل اتم و به دنبال آن در همه جهان، رفتار پدیده‌ها و سیستم‌ها به مشاهدات ما وابسته‌اند. «معرفت‌شناسی» با «هستی‌شناسی» متفاوت است و معرفت ما در باب پدیده‌ها به معنای شناخت هستی آن‌ها نیست. در جهان فیزیک، سخن گفتن از پدیده‌هایی بیرون از تجربیات و مشاهدات و اندازه‌گیری‌ها، ما را به سرزمین فانتزی می‌کشاند که چه بسا به وقوع بپیوندد، سفر به ماه ژول ورن به وقوع پیوست. چیزی فراتر از تجربیات و روابط ریاضی قابل حصول نیست. به «حقایق» کار نداشته باش،

به «وقایع» کار داشته باش. فقط وقـایع قـابل مشـاهده یـا انـدازه‌گـیری یـا فرمولبندی ریاضی معتبرند. کار فیزیکدان معاصر توصیف طبیعت نیست، بیان دانش ما از طبیعت است. بیان چیستی طبیعت امکان‌پذیر نیست. فرمولبندی ریاضی از پدیده‌های طبیعت، حداکثر «درک» ما از طبیعت است. حوادث داخل اتم تصویرپذیر نیست، ریاضی‌پذیر است. تـصویرپذیری حـوادث داخـل اتـم منتفی است، باید روابط ریاضی داخل اتم را به دست آورد. رفتارهای داخل اتم را با «زبان» معمولی نمی‌توان توصیف کرد. واژگان زبـان مـا فـقط قـادر بـه توصیف وقایع قابل تصویر ذهنی است. وقتی تصویری در ذهن نداریم زبانی نیز برای بیان آن نداریم. در داخل اتم، هنگامی که زبـان خـاموش مـی‌شود ریاضیات به اداره کرن صحنه می‌پردازد. ریاضیات جایگزین و جانشین تفکر و تصور و تجسم و درک و فهم شده است. «می‌دانم» در ضمن تصور و تجسم، یعنی می‌توانم روابط ریاضی موضوع مورد بحث را بنویسم. دانش بشر همواره محدود خواهد ماند. دانش سوار بر ریاضیات است و طبق «ناکاملیت» گودل ریاضیات نمی‌تواند همه حقایق را روشن کند. ریاضیات «ناکامل» است، جهان فیزیک کوانتوم یا بی‌نهایت کـوچک‌ها و جـهان سـتارگان و کـهکشان‌ها یـا بی‌نهایت بزرگ‌ها، تمام شدنی نیستند، بنابراین تا دنیا دنـیاست دانشـمندان کاری برای انجام دادن دارند. فقط نظریه‌هایی که مبنای تجربی دارند قـابل اعتمادند. آن‌چه را پایه تجربی ندارد باید کنار گذاشت. تجربه‌گر با متافیزیک غیر تجربی کاری ندارد. برای تجربه‌گر «حقیقت» وجود ندارد، فقط «واقعیت» رخ می‌دهد که مشاهده و اندازه‌گیری می‌شود یا به زیـر مـهمیز فـرمولبندی ریاضی در می‌آید. فلاسفه از «واقعیت» تعبیری بـه دست مـی‌دهند و آن را «حقیقت» می‌نامند. آن‌چه قابل مشاهده و اندازه‌گیری و فرمولبندی ریاضی نیست ارزش علمی ندارد. مکانیک کوانتوم علیت را نـامعتبر کـرد. عـلیت در سطوح زیرین اتمی کاملا از کار می‌افـتد و کـنار مـی‌رود. پـیش از مکـانیک کوانتوم، در جهان فیزیک رآلیزم کلاسیک برقرار بود، با این تعریف که «جهان

خارجی مستقل از ذهن بشر وجود دارد» با این جزئیات که «آن‌چه مشـاهده می‌شود حقیقتی مستقل از ناظر است» و همچنین «علم قادر خـواهـد بـود جهان عینی بیرونی را قابل شناخت کند». به این ترتیب «هدف علم کشف راز و رمز جهان بیرونی است». در فیزیک کلاسی «ذهن» از «عین» جداست و بشر فقط تماشاگری غیر فعال است. مکانیک کوانتوم رآلیزم کلاسیک را کنار گذاشت: ما فقط تماشاگر نیستیم، بل‌که بازیگریم. جهان کوانتوم قابل تصور نیست. نمی‌توان کاملا گردش کار جهان کوانتوم را دانست. می‌توان تا حدودی روابط ریاضی جهان کوانتوم را فرمولبندی کرد. آن‌چه یا آن کس که جهان را به وجود آورده ریاضیدان بوده. «ماتریالیزم دیالکتیک» که مهم‌ترین دستاورد ماتریالیست‌ها به شمار می‌رود نتوانسـته کـوچک‌ترین تـفسیری از کـوانـتوم مکانیک به دست دهد. در فیزیک کلاسیک همه چیز ماده بود و جایی برای شعور وجود نداشت، در مکانیک کوانتوم هیچ جایی برای ماده وجود ندارد و همه چیز شعور ریاضی است. اگر من نباشم «جهان من» نیست. «جهان من» در ذهن من است. مفهوم همیشگی «زمان» به وسیله اینشتین کنار گذاشته شد، مفهوم قدیمی «حقیقت» را بور دور انداخت، اکـنون بـیاموزیم بـا روش ریاضیات کوانتوم بیندیشیم.

پیشرفت‌های مکانیک کوانتوم در چهار گام انجام می‌شود و کسی که قدم در راه بگذارد باید به این ترتیب حرکت کند:

(اول): تمام پیشینهٔ مکانیک کوانتوم را مطالعه کند.

(دوم): نشان بدهد آن چه تاکنون پدید آمده چه نقص‌ها و تضادهایی دارد و داده‌های تجربی جدید را تـوضیح نـمی‌دهد و ریـاضیات مـوجود چگـونه بـا تجربیات جدید نمی‌خواند.

(سوم): روابط ریاضی جدیدی پیشنهاد کند که شامل تمام تجربیات قـبلی و تجربیات جدید بشود و به بهترین نحو تمام دستاوردهای کوانتوم مکانیک را تا روز حاضر بیان کند.

(چهارم): با تعمق در روابط ریاضی پیشنهادی جدید، یک داستان جدید از جهان ذرات و روابط آنها به میان آورد. این داستان تا زمان پدید آمدن داستان بعدی، حقیقت جهان خوانده خواهد شد. حقیقت فقط تا آنجا اعتبار دارد که بتواند با زبان ریاضی نوشته شود.

□

و کلام آخر این که موقع بستن این کتاب در ۱۴۰۰/۵/۱۸ برابر با ۹ اوت ۲۰۲۱ وقایع جدید علمی چنان فراوان است که اشاره به آن‌ها از چندین برابر حجم کتاب حاضر بیش‌تر می‌شود. فقط دو سه نمونه:

٥ – باور قدیمی این بود که الکترون از یک مدار غیب می‌شود و در مدار جدید متولد می‌گردد اما اکنون به مدد عکس برداری‌های فوق‌العاده سریع معلوم شده الکترون غیب و ظاهر نمی‌شود بل‌که حرکت می‌کند و از حرکت آن عکس‌برداری کرده‌اند.

٥ – در زمینه روباتیک، انسان‌واره‌ها به طرز شگفت آوری از انسان‌ها جلو افتاده‌اند.

٥ – جراحی ژنتیک اجازه دوباره سازی انسان را داده است.

به طور خلاصه اخبار چنان فراوان است که پرسه دیگری نیاز خواهد داشت.

مراجع و کتابنامه

Understanding Philosophy of Science, James Ladyman, Routledge.
The Structure of Scientific REVOLUTIONS, T. S. KUHN, University of Chicago Press, 50th Anniversary Edition, 2021
Talking Philosophy, A.W.Sparkes.
What is Intelligence, Jean Khalfa.
Quantum Non-Locality and Relativity, Tim Maudlin, Wiley - Blackwell.
Quantum Mechanics for Science and Engineering, Herbert Pohl, Prentice-Hall
Physics and Beyond, Werner Heisenberg.
The Principles of Quantum Mechanics, Paul Dirac.
The Grand Design, Stephen Hawking.
The Nature of Space and Time, Stephen Hawking.
Geometry, Relativity and the Fourth Dimension, Rudilf Rucker.
Black Holes, John Taylor, Fontana Collins.
North Star to Southern Cross, Will Kyselka & Ray Lanterman.
Cosmic Connection, Carl Sagan.
The Radiant Universe, Hans Rohr.
Man Probes the Universe, Colin Ronan.
An Introduction to Practical Astronomy, Brian Jones.
Search for a Naturalistic World View, Abner Shimony, Cambridge University Press.
Philosophy of Logic, Quine, Harvard University.
Ideas and Realities, Abdus Salam, World Scientific.
Fundamentals of Physics, Henry Semat
A Universe from Nothing, Lawrence Krauss.
Ideas and Opinions, Albert Einstein, Condor Book.
Black Holes & Baby Universes, Stephen Hawking.
Exploring the Planetarium, Patrick Moore, Odhams Books.
Colour Star Atlas, Patrick Moore.
Stanford Encyclopedia of Philosophy
Encyclopaedia Britannica
Internet Encyclopedia of Philosophy
Wikipedia the free Encyclopedia

فلسفه‌ی منطق، هیلاری پاتنم، ترجمه مازیار چیت ساز، انتشارات حکمت، چاپ اول ۱۳۹۲
علم و عقلانیت، پل فایرابند، ترجمه غلامحسین مقدم حیدری، نشر نی، چاپ اول ۱۳۹۳
درآمدی به منطق، گراهام پریست، امیر دیوانی، انتشارات دانشگاه مفید، چاپ اول ۱۳۸۳
برهان گودل – حقیقت و برهان، ارنست ناگل و دیگران، ترجمه محمد اردشیر، انتشارات مولی، چاپ اول ۱۳۶۴
قضیه گودل، ارنست ناگل و دیگران، ترجمه رضا امیر رحیمی، انتشارات نیلوفر، چاپ اول ۱۳۹۳
گودل، اشر، باخ، داگلاس هوفشتاتر، ترجمه مرتضی خزانه داری و دیگران، نشر مرکز، چاپ سوم، ۱۳۹۹
منطق ریاضی، محمد اردشیر، هرمس، چاپ سوم ۱۳۹۳
فلسفه ریاضی، کارناپ – راسل – هیلبرت و دیگران، آستیم، مرکز ایرانی مطالعه فرهنگها، چاپ اول ۱۳۵۹
در باب تکنولوژی – مبانی فلسفه تکنولوژی، جوزف پیت، ترجمه مصطفی تقوی، کتاب آمه، چاپ اول ۱۳۹۳
مقدمه‌ای بر فلسفه علم، رودلف کارناپ، ترجمه یوسف عفیفی، انتشارت نیلوفر، چاپ دوم ۱۳۷۳
فلسفه تکنولوژی، مارتین هایدگر دیگران، ترجمه شاپور اعتماد، نشر مرکز، چاپ پنجم ۱۳۹۳
فلسفه زیست‌شناسی، آلگزاندر روزنبرگ و دیگران، ترجمه پریسا صادقیه، پیام امروز، چاپ اول ۱۳۹۲
تاریخچه کوتاهی از فلسفه، نایجل واربرتون، ترجمه مریم تقدیسی، انتشارات ققنوس، چاپ اول ۱۳۹۳
تسلی‌بخش‌های فلسفه، آلن دو باتن، ترجمه عرفان ثابتی، انتشارات ققنوس، چاپ هشتم ۱۳۹۱
فلسفه به زبان ساده، جنی تیچمن و دیگران، ترجمه اسماعیل سعادتی، نشر سهروردی، چاپ سوم ۱۳۸۹
کتاب آبی، لودویگ ویتگنشتاین، ترجمه مالک حسینی، انتشارات هرمس، چاپ دوم ۱۳۹۳
در باب یقین، لودویگ ویتگنشتاین، ترجمه مالک حسینی، انتشارات هرمس، چاپ سوم ۱۳۹۲
مقدمه‌ای بر زیبایی‌شناسی ویتگنشتاین، مرتضی عابدینی فرد، انتشارات ققنوس، چاپ اول ۱۳۸۹
فلاسفه بزرگ – آشنایی با فلسفه غرب، براین مگی، ترجمه عزت‌الله فولادوند، انتشارات خوارزمی، چاپ ششم ۱۳۹۸
فلسفه علوم، هاشم گلستانی، انتشاراتی مشعل، چاپ دوم ۱۳۶۸
منطق اکتشاف علمی، کارل ریموند پوپر، ترجمه حسین کمالی، انتشارات علمی و فرهنگی، چاپ پنجم ۱۳۹۱
آشنایی با منطق ریاضی، هربرت اندرتون، ترجمه خسروشاهی – طرخورانی، مرکز نشر دانشگاهی، چاپ دهم ۱۳۹۳
فلسفه علم، آلکس روزنبرگ، ترجمه دشت بزرگی – اسدی امجد، کتاب طه، چاپ دوم ۱۳۹۳
درآمدی بر فلسفه علم، پیتر گادفری اسمیت، ترجمه نواب مقربی، پژوهشگاه علوم انسانی و

مطالعات فرهنگی، چاپ اول ۱۳۹۲
تاریخ و فلسفه علم، هلزی هال، ترجمه عبدالحسین آذرنگ، انتشارات سخن، چاپ اول ۱۳۹۱
فلسفه علم، جیمز لیدیمن، ترجمه حسین کرمی، انتشارات حکمت، چاپ سوم ۱۳۹۳
تحلیلی از دیدگاه‌های فلسفی فیزیکدان معاصر، مـهدی گـلشنی، پـژوهشگاه عـلوم انسـانی و مطالعات فرهنگی، چاپ پنجم ۱۳۹۰
تاملات اینترنتی، مسعود خیام، نشر مرکز، چاپ اول ۱۳۷۶
از ارستو تا هایزنبرگ، مسعود خیام، نشر نشانه، چاپ دوم ۱۳۹۵
فیزیک، ارستو، محمد حسن لطفی، طرح نو، تهران، ۱۳۸۹
اخلاق نیکوماخوس، ارستو، محمد حسن لطفی، طرح نو، تهران، ۱۳۸۹
متافیزیک، ارستو، محمد حسن لطفی، طرح نو، تهران، ۱۳۸۹
متافیزیک، ارستو، شرف‌الدین خراسانی، حکمت، تهران، ۱۳۸۹
ارستو، مارتا نوسباوم، عزت‌الله فولادوند، طرح نو، تهران، ۱۳۸۹
ارستو، ورنر یگر، حسین کلباسی اشتری، امیرکبیر، تهران، ۱۳۹۲
خطابه، ارستو، اسماعیل سعادت، هرمس، تهران، ۱۳۹۲
آثار علوی، ارستو، اسماعیل سعادت، هرمس، تهران، ۱۳۹۳
در کون و فساد، ارستو، اسماعیل سعادت، نشر دانشگاهی، تهران، ۱۳۷۷
در آسمان، ارستو، اسماعیل سعادت، هرمس، تهران، ۱۳۹۰
تاریخ فلسفه غرب، برتراند راسل، نجف دریابندری، پرواز، تهران، ۱۳۹۴
سیر حکمت در اروپا، محمد علی فروغی، زوار، تهران، ۱۳۸۴
سرگذشت فلسفه، براین مگی، حسن کامشاد، نی، تهران، ۱۳۹۲
منطق، ارستو، میر شمس‌الدین ادیب سلطانی، نگاه، تهران، ۱۳۹۰
ایساغوجی، فرفوریوس، مقولات، ارستو، محمد خوانساری، نشر دانشگاهی، تهران، ۱۳۹۴
هستی شناسی تطبیقی ارستو، غلامرضا رحمانی، بوستان کتاب، قم
مثال خیر، هانس گئورگ گادامر، حسن فتحی، حکمت، تهران، ۱۳۹۳
نفس، ارستو، علیمراد داودی، حکمت، تهران، ۱۳۹۳
تاریخ فلسفه، ویل دورانت، عباس زریاب خوئی، دانش، تهران
تاریخ فلسفه، فردریک کاپلستون، جلال‌الدین مجتبوی، علمی فرهنگی، تهران، ۱۳۸۰
تاریخ فلاسفهٔ ایرانی از آغاز اسلام تا امروز/ علی اصغر حلبی/ زوار/ تهران/ ۱۳۶۱
زندگی‌نامهٔ ریاضی‌دانان دورهٔ اسلامی/ ابوالقاسم قربانی/ مرکز نشر دانش‌گاهی/ تهران/ ۱۳۶۵
تاریخ فلسفه در اسلام/ به کوشش میان محمد شریف/ جلد اول/ ص ۳۲۷ / مرکز نشر دانش‌گاهی/ تهران/ ۱۳۶۵
تهافت‌الفلاسفه/ ابوحامد محمد غزالی/ علی‌اصغر حلبی/ انتشارات زوار/ تهران/ ۱۳۶۳
خیام و ترانه‌ها / مسعود خیام / انتشارات نخستین / تهران / ۱۳۷۵
درآمدی به منطق، گراهام پریست، امیر دیوانی، دانشگاه مفید، تهران، ۱۳۸۳
فلسفه منطق، هیلاری پاتنم، مازیار چیت ساز، حکمت، تهران، ۱۳۹۲

افلاتون و اینترنت، کیرُن اهارا، محست محمودی، افسون خیال، تهران، ۱۳۹۳
از ارستو تا گودل، ضیا موحد، هرمس، تهران، ۱۳۹۲
مبانی منطق جدید، لطف‌الله نبوی، سمت، تهران، ۱۳۷۷
عرفان و منطق، برتراند راسل، نجف دریابندری، ناهید، تهران، ۱۳۸۹
جهان‌بینی علمی، برتراند راسل، حسن منصور، آگاه، تهران، ۱۳۹۳
اتمیسم منطقی، برتراند راسل، جلال پی‌کانی، علم، تهران، ۱۳۸۸
سیری در متافیزیک، برایان گرت، علی علیپوری و دیگران، علمی فرهنگی، تهران، ۱۳۹۲
مکانیک کوانتومی، دیوید گریفیث، حمیدرضا مشفق و دیگران، کتاب دانشگاهی، تهران، ۱۳۹۲
مکانیک کوانتومی، کلود کوهن و دیگران، محمد فرهاد رحیمی و دیگران، نشر دانشگاهی، تهران، ۱۳۹۳
مکانیک کوانتومی مدرن، ساکورایی، مسعود علیمحمدی و دیگران، دانشگاه تهران، ۱۳۹۲
اصول مکانیک کوانتومی، رامامورتی شنکار، حسین صالحی، دانش نگار، تهران، ۱۳۹۱
تکامل فیزیک، آلبرت اینشتین و دیگران، احمد آرام، خوارزمی، تهران، ۱۳۶۱
مقالات علمی آلبرت اینشتین، محمود مصاحب، فرانکلین، تهران، ۱۳۴۶
نسبیت، آلبرت اینشتین، محمدرضا حیدری خواجه پور، خوارزمی، تهران، ۱۳۶۲
اینشتین به زبان ساده، ژوزف شوارتز و دیگران، عاصمی، رزم، تهران، ۱۳۵۹
اینشتین، فیلیپ فرانک، حسن صفاری، امیرکبیر، تهران، ۱۳۴۶
اینشتین، جرمی برنشتاین، احمد بیرشک، خوارزمی، تهران، ۱۳۶۱
اینشتین به آرایشگرش چه گفت؟ رابرت ولک، گیتی شهیدی، هورمزد، تهران، ۱۳۹۴
مفهوم نسبیت اینشتین، برتراند راسل، مرتضی طلوعی، امیرکبیر، تهران، ۱۳۴۰
حاصل عمر، آلبرت اینشتین، ناصر موفقیان، علمی فرهنگی، تهران، ۱۳۹۳
نظریه نسبیت خاص و عام، آلبرت اینشتین، علی بهفروز، انتشار، تهران، ۱۳۹۳
اینشتین و شاعر، ویلیام هرمان، ناصر موفقیان، علمی فرهنگی، تهران، ۱۳۷۴
۱۰۰ دانشمندی که جهان را تغییر دادند، جان بالچین، یوسف عرفانی و دیگران، مازیار، تهران، ۱۳۹۴
علم، نظریه و انسان، اروین شرودینگر، احمد آرام، انتشار، تهران، ۱۳۹۲
علم به کجا می‌رود، ماکس پلانک، احمد آرام، انتشار، تهران، ۱۳۹۲
پرسش‌های بزرگ، استیون لندزبرگ، حمیدرضا ارباب، علمی، تهران، ۱۳۹۱
جهان فیزیکدانان، وکلر، نورالدین فرهیخته، نگاه، تهران، ۱۳۵۹
من ریاضی‌دانم، نوربرت وینر، پرویز شهریاری، فاطمی، تهران، ۱۳۶۴
تصویر جهان در فیزیک جدید، ماکس پلانک، مرتضی صابر، جیبی، تهران، ۱۳۵۹
کوانتوم، بنش هوفمان، بهرام معلمی، مازیار، تهران، ۱۳۹۲
ساختمان خورشید، ماسویچ، محمود کیانوری، آبان، تهران، ۱۳۵۵
جهان در پوست گردو، استیون هاوکینگ، محمد رضا محجوب، حریر، تهران، ۱۳۹۳
تاریخچه زمان، استیون هاوکینگ، محمد رضا محجوب، انتشار، تهران، ۱۳۹۳

چرا اندازه مهم است؟ جان تایلر بونر، محمدرضا توکلی صابری، مازیار، تهران، ۱۳۹۰
در آن سوی کوانت، پانوماریف، هوشنگ طغرائی، میر، مسکو
شگفتی‌های کیهان، برایان کاکس و دیگران، محمد اسماعیل فلزی، مازیار، تهران، ۱۳۹۴
۶ نظریه‌ای که جهان را تغییر داد، پل استراترن، بهرام معلمی و دیگران، مازیار، تهران، ۱۳۹۴
هایزنبرگ احتمالا اینجا خوابیده، ریچارد برنان، حبیب‌الله فقیهی نژاد، اطلاعات، تهران، ۱۳۸۹
کوارک‌ها و لپتون‌ها، جرالد فاینبرگ و دیگران، محمدرضا حیدری خواجه پور، گستره، تهران، ۱۳۶۱
ذره خدا هیگز، جیم باگوت، علی بهفروز، انتشار، تهران، ۱۳۹۳
پیام آور کیهان، آلکساندر کازانتسف، مرتضی صابر، گوتنبرگ، تهران
پیدایش و تکامل حیات، زابلین، پرویز قوامی، روزبهان، تهران، ۱۳۶۱
حکایت‌های علمی، ایدرین‌بری، محمد تقی فرامرزی و دیگران، مازیار، تهران، ۱۳۹۴
فیزیک آینده، میچیو کاکو، رامین رامبد، مازیار، تهران، ۱۳۹۳
فیزیک ناممکن‌ها، میچیو کاکو، رامین رامبد، مازیار، تهران، ۱۳۹۳
نظریه علمی چیست؟ موتی‌بن‌آری، فریبرز مجیدی، مازیار، تهران، ۱۳۹۲
بیگ بنگ، فلسفه و خدا، جانرتاسلامان، رامین کریمی ثالث، هورمزد، تهران، ۱۳۹۲
داستان اتم و کوانتوم، بهنام محمد پناه، سبزان، تهران، ۱۳۹۴
افسون فیزیک، کریستوفرپی و دیگران، بهرام معلمی و دیگران، مازیار، تهران، ۱۳۹۳
کیهانشناسی، ویرجینیا تریمبل، محمدرضا حیدری خواجه پور، گستره، تهران، ۱۳۵۹
ماده و انسان، واسیلیف و دیگران، پرویز قوامی، جیبی، تهران، ۱۳۵۶
راسل، گریلینگ، امیر سلطان‌زاده، علم، تهران، ۱۳۹۳
ماده و آگاهی، پاول چرچلند، امیر غلامی، مرکز، تهران، ۱۳۹۳

٣٦٩

برخی کتاب‌های این نویسنده

ادبی

- شاه‌نامه در بمباران، آرش، استکهلم، ۱۹۹۳ +کاوه‌ی آهنگر و ضحاک ماردوش، فرهنگ و هنر، تهران، ۱۳۶۹
- خط آینده، نگاه، تهران، ۱۳۷۳
- زار بر سر سبزه، آرش، استکهلم، ۱۹۹۶ + خیام و ترانه‌ها، نخستین، تهران ۱۳۷۵ + فکر روز، تهران، ۱۳۷۹ + نگاه، تهران، ۱۳۹۷
- گلستان سعدی برای نوجوانان، ابتکار نو، تهران، ۱۳۸۳
- موش و گربه، عبید زاکانی، ابتکار نو، تهران، ۱۳۸۴
- شعر نو برای مبتدیان جوان، ابتکار نو، تهران، ۱۳۸۴
- پادشاه صورت و معنا، ابتکار نو، تهران، ۱۳۸۸
- احمد شاملو – عکس فوری، گوشه، تهران، ۱۳۹۳
- شاهنامه برای جوانان، نگاه، تهران، ۱۳۹۴
- نیم نگاهی به مولوی، مثنوی برای جوان‌ترها، نشانه، تهران، ۱۳۹۶
- احمد شاملو – چهره‌ی دیگر، نشانه، تهران، ۱۳۹۷
- نیم نگاهی به رفتگان راه شعر نو، اینترنت، ۱۳۹۸
- نویسندگان خودپرواز، راز خودکشی نویسندگان، اینترنت، ۱۳۹۸
- چنین گفت سقرات، اینترنت، ۱۳۹۸
- آخرین سفر، اینترنت، ۱۳۹۸
- خمسه نظامی گنجوی، اینترنت، ۱۳۹۹

داستان

- قفس شطرنج، آرش، استکهلم، ۱۹۹۲ + روشنگران، تهران، ۱۳۷۱
- ژ، عطایی، تهران، ۱۳۷۹
- باغ جهانی، انگلیسی، ابتکارنو، تهران، ۱۳۸۲
- پیام آور لال، نگاه، تهران، ۱۳۸۳
- سنگ کاغذ قیچی، آرش، استکهلم، ۲۰۰۵
- دوزخ غزل‌های سلیمان، گامل، استکهلم، ۲۰۰۷
- داستان عشق ایرانی، اینترنت، انگلیسی، ۲۰۰۸
- مشرق غزل‌های سلیمان، اینترنت، انگلیسی، ۲۰۱۳
- مقدس لاس‌وگاس، اینترنت، ۱۳۹۷

فلسفه علوم

- سیاه‌چاله‌ها، گستره، تهران، ۱۳۶۳
- تأملات اینترنتی، مرکز، تهران، ۱۳۷۶
- نیم نگاه، از ارستو تا هایزنبرگ، نشانه، تهران، ۱۳۹۵
- پرسه، اینترنت، ۱۴۰۰

مقالات

- آزادی رنگ و خنده، نارنج، تهران، ۱۳۷۷
- در فاصله‌ی آژیرها، کتاب ایران، تهران، ۱۳۷۷
- مجمع‌الجزایر شاعران پرومته، زمان، تهران، ۱۳۷۹
- کاره سرباز در مونپارناس، ابتکار نو، تهران، ۱۳۸۳
- کرانه‌ی عشق، ابتکار نو، تهران، ۱۳۹۶

ترجمه

- شب ایگوانا، تنسی ویلیامز، قطره، تهران، ۱۳۸۶